25, 4-29/6//

Digitized by the Internet Archive
in 2018 with funding from
Wellcome Library

https://archive.org/details/b30413291_0001

PHYSICES ELEMENTA MATHEMATICA, EXPERIMENTIS CONFIRMATA.

Sive

Introductio ad Philoſophiam

NEWTONIANAM.

Auctore

GULIELMO JACOBO 's GRAVESANDE,

A. L. M. *Jur. Utr. & Phil. Doctore, Regiæ Societ. Lond. Socio, Aſtron. & Math. in Acad. Lugd. Bat. Profeſſore ordinario.*

TOMUS PRIMUS.



LUGDUNI BATAVORUM,

Apud { PETRUM VANDER Aa, *Typographum Academiæ atque Civitatis,* & BALDUINUM JANSSONIUM VANDER Aa. } Bibliop.

MDCC XX.

WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

ILLUSTRIBUS, NOBILISSIMIS, & AMPLISSIMIS

ACADEMIÆ BATAVÆ, quæ LEIDÆ eſt,

CURATORIBUS,

D. GULIELMO BARONI DE WASSENAER,

TOPARCHÆ IN STERRENBERGH, EQUESTRI NOBILIUM HOLLANDIÆ ORDINI ADSCRIPTO, DELEGATORUM ILLUSTR. ET PRÆPOT. HOLLANDIÆ ORDINUM PRÆSIDI, ETC. ETC.

D. HUBERTO ROSEBOOM, JCTO.

TOPARCHÆ IN 's GREVELSREGHT, SUPREMÆ BATAVORUM CURIÆ PRÆSIDI, ETC. ETC.

D. HERMANNO VANDEN HONERT, JCTO.

REIPUBLICÆ DORDRACENÆ CONSULI, AGGERUM ALBLASSERWAERDENSIUM COMITI, ETC. ETC.

EORUMQUE COLLEGIS

NOBILISSIMIS GRAVISSIMISQUE VIRIS

REIPUBLICÆ LUGDUNENSIS

CONSULIBUS,

D. JOANNI VANDEN BERGH, JCTO.
EX FOEDERATA HAC REPUBLICA OLIM NOMINE IMPERATORIS CAROLI VI. BRABANTIÆ, FLANDRIÆ, HANNONIÆ, ETC. EPHORO, ET AD RES EARUM ORDINANDAS DELEGATO.

D. JOHANNI VAN ASSENDELFT, JCTO.

D. HENRICO VAN WILLIGEN, JCTO.

D. ABRAHAMO VAN GERWEN, JCTO.

NEC NON

VIRO SPECTATISSIMO

D. PETRO GIJS, JCTO.
REIPUBLICÆ LUGDUNENSIS SCABINO, AMPLISSIMIS CURATORIBUS ET CONSULIBUS A SECRETIS,

Hæc Phyſices Elementa
D. D. D.
G. J. 's GRAVESANDE.

PRÆFATIO.

QUi variorum Philoſophorum circa *Phyſicam* ſcripta contulerit, ſcientias omnino diverſas hoc nomine deſignari, in dubium vocare non poterit, dum omnes ſe veram cauſam Phænomenôn naturalium tradituros pollicentur. Nil mirum, Matheſis fallere neſcia vix extra diſputationis metam a ſui cultoribus ſervatur.

Sed ne nos ſententiarum varietas a veritatis inquiſitione abducat, ſtudio & labore aſſequitur veritas, & qui flagranti hujus amore rapitur, ſi errores non omnes, quod minime humanum, effugit, difficilius tamen in illos cadit.

Caute in Phyſicis procedendum; circa Intelligentiæ ſupremæ opera verſatur hæc ſcientia; tradit

quas, dum primordia rerum
Conderet, omnipotens ſibi Leges ipſe Creator
Dixerit, atque operum quæ fundamenta locarit:

quomodo hiſce Legibus univerſa rerum congeries regatur, &, quomodo ordo nunquam ſatis mirandus, quibus omnia peraguntur, iiſdem Legibus in Mundo ſervetur, explicat.

Cavendum ne fictum pro vero admittamus, eo ipſo ulteriori examini januam claudimus; nulla vera Phænomenôn explicatio ex falſo principio deduci poteſt; mentiſque humanæ figmentum diſcere, aut Intelligentiæ ſapientiſſimæ opus perpendere quantum intereſt. Cumque ſapientiæ divinæ inveſtigatio, & cum hac ſemper conjuncta veneratio, ſcopus Phyſici eſſe debeat, hic ex fictis hypo-

theſibus ratiocinandum non eſſe ulterius probare inutile foret.

Ipſa ergo Natura indefeſſo labore, animoque attento, continuo examinanda eſt. Lente quidem progredimur, ſed quæ deteguntur certa ſunt, & quæ mortalium cognitionem ſuperant ſæpe determinamus. Quod fere omnes in errorem duxit, eſt ſciendi immoderata cupido; & non fatendæ ignorantiæ, ſæpe ſtudio acquiſitæ, a ratione ſuperandus pudor. Sed ſi in verbis ludere non vetitum, docta indoctæ ſcientiæ anteponenda ignorantia.

Phyſica inter partes Matheſeos, cujus objectum eſt quantitas in genere, merito refertur. Dividitur Matheſis in puram & mixtam. In generales figurarum proprietates inquirit illa, abſtractaſque ideas pro objecto ſuo habet. In hac res ipſæ examinantur, conſequentiaſque non modo legitimas dari requiritur, ſed ut cum rebus ipſis congruant ideæ circa quas ratiocinamur.

Ad Matheſin mixtam pertinet Phyſica; ratiociniorum Mathematicorum baſes ſunt Corporis Proprietates & Naturæ Leges, quod nemo, qui hujus ſcientiæ ſcopum examinavit, inficias ire poteſt. Quid autem pro Naturæ Lege ſit habendum, qua methodo ad has Leges inveſtigandas procedendum, minime inter Philoſophos convenit. Neceſſe ideo duxi in hac Præfatione tueri quam in hoc Opere ſecutus ſum philoſophandi Methodum *Newtonianam*, quæ in primo capite breviter exponitur.

Non agitur in Phyſicis de prima rerum formatione; rationi non modo conſentaneum eſt quod Sacræ Litteræ tradunt, Mundum a DEO conditum, nequidem per momentum

tum temporis Naturam examinantem Intelligentiæ ſupremæ veſtigia latent. Aſſerere, ex quibuſdam generalibus motus Legibus Mundum originem ducere potuiſſe, & *omnino parum referre* quid de prima materiæ diviſione fingatur. *Et vix aliquid ſupponi poſſe ex quo non idem effectus per eaſdem Naturæ Leges deduci poſſit :* illudque ex hac ratione, quod *cum illarum ope materia formas omnes quarum eſt capax ſucceſſive aſſumat, ſi formas iſtas ordine conſideremus, tandem ad illam, quæ eſt hujus Mundi, nos poſſe devenire: adeo ut hic nihil erroris ex falſa ſuppoſitione ſit timendum.*

Hæc, inquam, aſſerere & notiones maxime claras evertere vix differt, ut a plurimis Viris doctis abunde probatum; & ad quod argumenta proferre inutile videbitur illi, cui ignotum ſententiam, adeo a ratione remotam, & Divino Numini contumelioſam, ab antiquis & novis, etiam præclaris Philoſophis & ab omni Atheïſmi labe remotiſſimis, in medium prolatam.

Poſitis ergo omnibus a DEO creatis, explicandum quibus Legibus omnia regantur; & ut ſolam Lunam memorem, dicendum:

qua cauſa argentea Phœbe
Paſſibus haud æquis eat,& cur ſubdita nulli
Hactenus Aſtronomo numerorum fræna recuſet;
Cur remeant nodi, cur auges progrediantur.
quantis refluum vaga Cynthia Pontum
Viribus impellat; feſſis dum fluctibus ulvam
Deſerit, ac nautis ſuſpectas nudat arenas;
Alterniſ-ve ruens ſpumantia littora pulſat.

De

De inveſtigatione autem Naturæ Legum ut dicam, res altius petenda eſt.

Subſtantiæ quid ſint inter nobis ignota referendum eſt. Quaſdam, ex. gr. materiæ proprietates novimus, ſed in quo ſubjecto hæreant hæ nos omnino latet. An Corpori non multæ aliæ tribuendæ ſint proprietates, de quibus nullam habemus ideam, quis aſſerere poteſt? Cui etiam enotuit an præter Corporis proprietates quæ a materiæ eſſentia profluunt non dentur aliæ a DEI libera poteſtate pendentes, ſubſtantiamque extenſam & ſolidam (hæc enim a nobis Corpus vocatur) quibuſdam, ſine quibus exiſtere poſſet, proprietatibus ornari. De ignotis, fateor, nihil affirmandum aut negandum eſt. Sed non illi hanc ſequuntur regulam, qui, quaſi omnia quæ ad Corpus pertinent pleniſſime perſpecta haberent, in Phyſicis ratiocinantur, paucaſque Corporis proprietates notas ipſum Corpus conſtituere aſſerere non dubitant.

Quid obſecro ſibi vult proprietates ſubſtantiæ ipſam conſtituere ſubſtantiam? An quæ ſeparatim ſubſiſtere non poſſunt ſimul juncta ſubſiſtent? An extenſum, impenetrabile, mobile eſſe, &c. concipi poſſunt ſine ſubjecto cui hæ proprietates competant? Et an hujus ſubjecti ullam habemus ideam?

In incerto relinquendum quod incertum eſt; & ne ignorantiam fateri pudeat: neque timendum de ignoto nimium affirmari, dum ſubjectum omnino ignotum quibuſdam incognitis proprietatibus forte præditum eſſe aſſerimus. Qui vero cum hoc axiomate ſe nixos dicunt, quod de incognitis non ſit ratiocinandum, pro ratiocinii fundamento habent

bent nil circa Corpus ignoti dari, niſi forte fortuna errorem non vitabunt.

Corporis proprietates a priori detegi nequeunt; Corpus ipſum ideo eſt examinandum, hujuſque proprietates exactiſſime perpendendæ ſunt, ut poſſimus determinare quid in rerum Phænomenis ex illis proprietatibus ſequatur.

Corpus ulterius examinando videmus quaſdam leges dari generales, ſecundum quas corpora moventur. *Corpus motum in motu continuare: actioni ſemper æqualem eſſe & contrariam reactionem* extra omne dubium eſt. Multæque aliæ ſimiles circa Corpus deteguntur Leges, quæ minime ex proprietatibus, quæ ipſum Corpus conſtituere dicuntur, deduci poſſunt; cumque hæ Leges ſemper, id eſt, in omnibus occaſionibus, & ubique obtineant, & omnia corpora iis ſubjiciantur, pro generalibus Naturæ Legibus habendæ ſunt. Circa has in obſcuro eſt, an ex materiæ eſſentia fluant; an deducendæ ſint ex proprietatibus corporibus, ex quibus conſtat Mundus, a DEO tributis, ſed Corpori minime eſſentialibus; tandem an non pendeant effectus, qui pro Naturæ Legibus habentur, a cauſis extraneis nobis nequidem ideis attingendis.

Quis mortalium de omnibus aut ſingulis Naturæ Legibus hac in parte aliquid non temere aſſerere audebit? Multas etiam Leges non eſſe detectas, circa alias varia deſiderari, qui Naturæ Phænomena examinavit, pleniſſime perſuaſum habebit.

Non tamen ut ignoto fundamento nixum contemnendum Philoſophiæ Naturalis ſtudium. Limitibus arctis circumſcribitur mentis humanæ cognoſcendi capacitas, & qui

niſi evidentiæ aſſenſum dare negat omnibus momentis in dubio hæret, & inter incognita refert multa, circa quæ vix per momentum temporis dubitandum plerique credunt. Cognita tamen ab ignotis rite ſeparare eſt animi intelligentis perfectio, terræ incolam ſuperans. Si in Phyſicis multa latent, quæ in hac ſcientia traduntur certa ſunt. Ex paucis generalibus principiis innumera Phænomena peculiaria explicantur; hæcque ex illis Mathematica demonſtratione deducenda ſunt. Agitur ubique de motuum collatione, id eſt, de quantitatum comparatione, circa quam qui demonſtrationibus Mathematicis in ratiociniis non progrediatur, ſi non in errorem, ſaltem in incertas concluſiones incidet.

Quæcunque ergo habeat ignota Phyſica, vaſta & certiſſima eſt nihilominus hæc ſcientia, & maxime utilis. Corrigit innumera circa res naturales & divinam ſapientiam falſa judicia; omnibuſque momentis in DEI operibus hanc ſapientiam ante oculos ponit; & multum differt ſupremi Numinis potentiam ſapientiamque argumento Metaphyſico noviſſe, & has omnibus momentis in effectibus ipſis contemplari.

Satis ergo patet, quinam ſit ſcopus Phyſices, ex quibus Naturæ Legibus Phænomena ſint deducenda; & quare, quando ad Leges generales pervenimus, non ulterius in cauſarum inquiſitione penetrare poſſimus. Supereſt, ut de ipſarum Legum inveſtigatione dicamus, & tres regulas *Newtonianas* in primo hujus Operis capite traditas ſequendas eſſe probemus.

Prima eſt, *cauſas rerum naturalium non plures admitti debere quam quæ veræ ſint, & earum Phænomenis explicandis*

dis ſufficiant. Pars prior ex ante dictis pleniſſime ſequitur. Altera a nemine, qui ſapientem rerum Conditorem non negat, in dubium vocari poteſt; ſi cauſa quædam ſufficit, aliam ſuperaddere inutile erit. Adde effectum ex duplici cauſa nunquam exactiſſime idem eſſe cum effectu ex ſimplici, unica ergo ad effectum explicandum non ſufficiet, & ambæ erunt jungendæ.

Regulæ duæ ſequentes ut probentur, quædam generalia præmittenda ſunt.

Jam monuimus Demonſtrationes Mathematicas niſi circa ideas non verſari, & ubi de rebus ipſis agitur ante omnia requiri ut cum rebus ideæ conveniant, quod nulla Mathematica demonſtatione probari poteſt. Cum tamen omnibus momentis circa res ipſas ratiocinandum ſit, & nil de rebus in mente dari poſſit præter harum ideas, ratiociniaque omnia ideas immediate ſpectent, ſequitur a DEO conſtitutas quaſdam regulas, quibus de convenientia idearum cum rebus poſſimus judicium ferre.

Omnia ratiocinia Mathematica quantitatum comparationem ſpectant, & in illis requiritur ut contrarium contradictionem involvat. Triangulum rectilineum, cujus tres anguli duos rectos non æquant, impoſſibile eſt. Ubi de collatione quantitatum non agitur, contraria propoſitio impoſſibilis non ſemper datur. Indubitatum eſt, ex. gr. *Petrum vivere*, licet certiſſimum illum heri potuiſſe mori. Cum autem in innumeris occaſionibus in caſu ſimili cum certitudine affirmandum aut negandum ſit, ſequitur dari ratiocinia certiſſima, a Mathematicis ratiociniis omnino diverſa. Hæcque clare ex rerum conſtitutione & ſic ex

præſumta DEI voluntate ſeqnuntur. Qui enim homines neceſſitate cogit de veritate aut falſitate propoſitionis pronunciare, quibus judicium neceſſario nititur argumentis aſſentiendum eſſe, clare indicat; & non digne de DEO ſentit qui aliter ratiocinatur.

Ut ad Phyſicam redeamus, in hac de convenientia rerum cum ideis ſenſibus dijudicandum. Extenſio, ex. gr. materiæ & hujus ſoliditas, quæ hoc fundamento affirmantur, extra omne dubium ſunt. Non hic agitur, an ſenſus quibuſdam in occaſionibus fallant, & quomodo error vitetur, rem in genere hic examinamus.

In Phyſicis de omnibus non poſſumus immediate ſenſibus judicium ferre; datur & alia legitima, licet non Mathematica, ratiocinandi methodus, hoc axiomate fundata; *Pro vero habendum omne quod ſi negetur ſocietas inter homines deſtruitur, aut his vivendi ratio adimitur.* Ex qua propoſitione, quæ a nemine iu dubium vocari poteſt, regulæ philoſophandi *Newtonianæ* ſecunda & tertia evidentiſſime deducuntur.

Niſi enim, quæ ubique obtinent ubi Experimenta inſtituere licet, pro generaliter veris habeantur, effectuſque ſimiles ex cauſa ſimili oriri ponantur, quis per momentum temporis tranquille vivere poterit?

Quotidie, nequidem ad illud attendendo, ſequentia ratiocinia unuſquiſque pro indubitatis habet, & clare videt horum concluſiones, ſine præſentis rerum conſtitutionis deſtructione, in dubium vocari minime poſſe.

Ædificium, hodie in omnibus partibus firmiſſimum, craſtino die ſponte non ruet: id eſt, partium corporum cohæ-

hæſio horumque gravitas, quas niſi interveniente cauſa extranea nunquam mutatas vidi aut audivi, hac nocte non mutabuntur; quia cauſa cohæſionis & gravitatis eadem erit craſtino die ac hodie. Quod ratiocinium certum eſſe niſi ex memorato principio deduci non poſſe quis non videt?

Tigna & lapides, quæ in quacunque regione ad ædificium conſtruendum apta ſunt, ſepoſita omni mutatione ex cauſa extranea, hic tranſlata inſervire poterunt, & de ruina non magis ſollicitus ero, ac in prima regione incolæ fuiſſent, ſi, non tranſlatis tignis & lapidibus, ipſi ex his domum conſtruxiſſent: id eſt, vis, qua partes cohærent, & illa, qua corpora gravia ſunt, in variis regionibus non differunt.

Tali cibo per tot annos uſus ſum, & hodie eo ſine timore veſcar.

Ubi cicutam video, venenum ibi dari concludo, licet de hac ipſa quam video nullum experimentum ſumſero.

Hæc omnia ratiocinia analogiam pro fundamento habent, & extra omne dubium eſt, nos a rerum Conditore in neceſſitate per analogiam ratiocinandi redactos eſſe, & hanc ideo ratiociniorum legitimum eſſe fundamentum.

Quo ſemel probato & illa ratiocinandi methodo uti poterimus in illis rebus, circa quas ratiocinari nulla non vitanda neceſſitate cogimur. Argumento, quod in uno caſu procedit, in alio aſſenſum negare non debemus. Quis enim concipiet, quæ eodem modo probantur non æque certa eſſe? Adde ex neceſſitate quidem generaliter deduci, ratiocinandi methodum eſſe legitimam, ratiocinia vero peculiaria ab hac neceſſitate non pendere. Ex analo-

gia concludo, cibum non eſſe veneficum; an argumentum non procedit niſi cum eſurio?

In Phyſicis ergo per Phænomena Naturæ Leges ſunt detegendæ; per inductionem pro generalibus habendæ; de cetero Mathematice ratiocinandum. Qui, quo hæc tractandæ Phyſices methodus fundamento nitatur, ſerio examinaverit, ſolam hanc eſſe legitimam, hypotheſeſque omnes eſſe rejiciendas, facillime percipiet.

Hæc de philoſophandi Methodo; reſtat ut de ipſo Opere, cujus Tomus primus nunc in lucem prodit, quid dicatur.

Dividitur totum Opus in quatuor libros. Primus agit de corpore in genere & corporum ſolidorum motu. Secundus fluida ſpectat. Quæ ad lucem pertinent, in tertio tractantur. In quarto tandem motus corporum cœleſtium & quæ in terris ad hos relationem habent explicantur. Primi duo libri hoc Tomo continentur.

Ut Phyſices ſtudium quantum fieri poteſt amœnum & facile reddatur, omnia Experimentis eſſe elucidanda, ipſaſque concluſiones Mathematicas hac Methodo ſub oculis eſſe ponendas neceſſarium duxi.

Qui ſcientiæ elementa conſcribit, non quid novi, quantum ad materiam, Orbi Litterato pollicetur; ideoque inutile duxi monere ubi reperiantur quæ hic traduntur. Pro meo ſumſi quodcunque propoſito meo utile mihi viſum eſt, credidique ſatis eſſe de hoc monere ad omnem furti ſuſpicionem vitandam. Malo gloriam, ſi quam ex paucis novis, quæ ſparſim in hoc Tractatu dantur, ſperare poſſum amittere, quam alii ſuam detrahere; ſumat ergo quiſque quod ſuum credit, nihil mihi vindico.

Quod Machinas attinet, quibus Experimenta inſtituenda ſunt,

ſunt, varias aliorum Auctorum imitari curavi, multas inter has mutavi perfectioreſque reddidi, plures novas addidi. Neque mirum in hac neceſſitate illum incidiſſe qui ad experimentum vocavit multa, de quibus nil ſimile nemo antea forte tentavit. Mathematicus enim circa illa quæ Mathematice demonſtrantur Experimenta ſuperflua credit: nos autem Mathematicas demonſtrationes, ſemper abſtractas, faciliores reddi, ſi experimentis concluſiones ſub oculis ponantur, extra omne dubium habuimus; in hoc imitati Anglos, quorum docendæ Philoſophiæ naturalis Methodus nobis occaſionem dedit cogitandi de hac quam in hoc Opere ſecuti ſumus; illorum veſtigia tenere ſemper gloriabimur, qui, Principe Philoſophorum duce, primi in Philoſophiſicis detegendæ veritatis viam ingreſſi ſunt.

Circa Machinas ulterius monebo, pleraſque conſtructas eſſe ab Artifice in hac urbe ingeniociſſimo & ſimul Philoſopho non imperito *Joanne van Muſſchenbroek*, cui omnes quæ hic explicantur pleniſſime notæ ſunt; quod monere non ingratum fore iis credidi, qui forte quaſdam Machinas imitatas deſiderarent.

INDEX CAPITUM.

LIBER PRIMUS.

Pars Prima. De Corpore in genere.

Cap. I. *De Scopo Phyſices & Regulis philoſophandi.* Pag. 1
II. *De Corpore in genere.* 3
III. *De Extenſione, Soliditate, & Vacuo.* 4
IV. *De diviſibilitate corporis in infinitum, & particularum ſubtilitate.* 6
V. *De Cohæſione partium, ubi de Duritie, Mollitie, Fluiditate, & Elaſticitate agitur.* 8

Pars

INDEX CAPITUM.

Pars Secunda. De Motu corporum ſolidorum.

Cap. VI. *De Motu in genere, ubi de Loco & Tempore.* 14
VII. *De Motibus comparandis inter ſe.* 15
VIII. *De Actionibus potentiarum comparandis.* 17
IX. *Generalia circa Gravitatem.* 18
X. *De Trochlea ſimplici, Libra, & Centro gravitatis.* 20
XI. *De Vecte.* 25
XII. *De Axe in Peritrochio & Rotis dentatis.* 28
XIII. *De Trochlea.* 29
XIV. *De Cuneo & Cochlea.* 31
XV. *De Machinis compoſitis.* 34
XVI. *De Naturæ Legibus Newtonianis.* 35
XVII. *De Acceleratione & Retardatione gravium.* 37
XVIII. *De Deſcenſu gravium ſuper plano inclinato.* 41
XIX. *De Oſcillatione pendulorum.* 44
XX. *De Percuſſione & Communicatione motus.* 49
XXI. *De Congreſſu corporum elaſticorum.* 56
XXII. *De Motu compoſito, & Percuſſione obliqua.* 63
XXIII. *De Potentiis obliquis.* 67
XXIV. *De Projectione gravium.* 72
XXV. *De Viribus centralibus.* 76
XXVI. *De Legibus elaſticitatis.* 88

LIBER SECUNDUS.

Pars Prima. De Gravitate, Preſſione, & Reſiſtentia Fluidorum.

Cap. I. *De Gravitate partium fluidorum & illius effectu in ipſis fluidis.* Pag. 97
II. *De Actione liquidorum in fundos & latera vaſorum quibus continentur.* 101
III. *De Solidis liquidis immerſis.* 106
IV. *De comparandis liquidorum Denſitatibus.* 113
V. *De Hydroſtatica ſolidorum comparatione.* 116
VI. *De Reſiſtentia fluidorum.* 118

Pars Secunda. De Motu Fluidorum.

Cap. VII. *De Celeritate Fluidi, ex preſſione fluidi ſuperincumbentis.* 127
VIII. *De Liquidis proſilientibus.* 129
IX. *De Liquido ex vaſis profluente, & irregularitatibus in iſto motu.* 138
X. *De Curſu fluminum.* 143
XI. *De Motu undarum.* 147

Pars Tertia. De Aëre fluido elaſtico.

Cap. XII. *Aërem fluidorum proprietates habere.* 153
XIII. *De Aëris Elaſticitate.* 155
XIV. *De Antlia Pneumatica.* 160
XV. *Experimenta varia circa Aëris Gravitatem, & hujus Elaſticitatem.* 162
XVI. *Variarum Machinarum deſcriptio, & harum effectuum explicatio.* 170
XVII. *De Aëris Motu undulatorio, ubi de Sono.* 174

PHY-

PHYSICES
ELEMENTA MATHEMATICA, EXPERIMENTIS CONFIRMATA.

LIBER I.

Pars I. de Corpore in genere.

CAPUT I.

De Scopo Phyſices & regulis Philoſophandi.

PHyſica circa *res naturales* & illarum *Phænomena* verſatur.

DEFINITIO 1. & 2.

Res naturales *ſunt omnia corpora*; *congerieſque illorum omnium* univerſum *vocatur.* 1.

DEFINITIO 3.

Phænomena naturalia, *ſunt omnes ſitus & omnes motus corporum naturalium, ab actione entis intelligentis immediate non pendentes, & qui a nobis ſenſibus obſervari poſſunt.* 2.

Non excludimus ex numero Phænomenorum naturalium motus qui in corpore noſtro ad voluntatem fiunt, producuntur enim per motum muſculorum & horum actio iterum a motu alio pendet, in hiſce ſolus motus ex actione immediata mentis oriundus, & nobis omnino ignotus, non eſt Phænomenon naturale.

Omnes hi motus, regulis certis peraguntur & legibus ſemper iisdem adſtricti ſunt.

Sol quotidie oritur & occidit, tempuſque ortus & occaſus pro anni tempeſtate & loco, ſemper determinatur, ejuſdem ſpeciei plantæ, iiſdem poſitis circumſtantiis eodem mo-

do producuntur & creſcunt & ſic de cæteris. In iis ipſis quæ nobis omnino fortuita & incerta apparent, certas obſervari regulas extra omne dubium eſt.

3. Phyſica *Phænomena naturalia explicat*, id eſt, *illorum cauſas tradit.*

Cum in illas cauſas inquirimus, ipſum corpus in genere examinandum eſt, deinde quibus regulis rerum conditor omnes motus peragi voluerit. Hæ *regulæ*, vocantur *leges Naturæ.*

Definitio 4.

4. Naturæ lex ergo *eſt*, *Regula & norma*, *ſecundum quam Deus voluit certos motus ſemper*, *id eſt*, *in omnibus occaſionibus*, *peragi.*

Omnis lex immediate a Dei voluntate pendet.

Eſt etiam noſtri reſpectu lex naturæ, omnis effectus, qui in omnibus occaſionibus, eodem modo producitur, cujus cauſa nobis eſt ignota, & quem videmus ex nulla lege nobis nota fluere poſſe.

Noſtri enim reſpectu non intereſt, an quid immediate a Dei voluntate pendeat, an vero mediante cauſa, cujus nullam ideam habemus, producatur.

Leges naturæ niſi ex examine Phænomenorum naturalium, non poſſunt elici.

Ope legum ſic detectarum Phænomena alia explicari debent.

In inveſtigatione Naturæ legum, ſequentes Regulæ Newtonianæ obſervandæ veniunt.

Regula 1.

5. *Cauſas rerum Naturalium non plures admitti debere quam quæ & veræ ſint, & earum Phænomenis explicandis ſufficiant.*

Regula 2.

6. *Effectuum Naturalium ejuſdem generis eaſdem eſſe cauſas.*

Regula 3.

7. *Qualitates corporum quæ intendi & remitti nequeunt, quæque corporibus omnibus competunt in quibus experimenta inſtituere licet, pro qualitatibus corporum univerſorum habendas eſſe.*

CAPUT II.

De Corpore in genere.

QUod primum in corpore conſiderandum venit eſt *exten-* 8.
ſio.

Extenſio quid ſit nemo ignorat, illius idea fere ſemper menti noſtræ obverſatur & ſimpliciſſima eſt, unde quidem concipitur, verbis tamen nullis deſcribi poteſt.

Omne corpus eſt extenſum, ſublata corporis extenſione integrum tollitur corpus.

Omne tamen extenſum non eſt corpus, in quo vero corpus a mero ſpatio differat, non poteſt determinari, niſi prius excuſſis aliis corporis proprietatibus.

Secunda quæ examinanti corpus ſeſe offert eſt *ſoliditas.* 9.
Corpus locum deſerere impotens, omne aliud corpus ex loco a ſe occupato excludit, & corpora fluidiſſima æque ac maxime dura ea proprietate gaudent.

Tertia corporis proprietas eſt *diviſibilitas*, eo quod cor- 10.
pus eſt extenſum, etiam eſt diviſibile. Extenſio enim alia extenſione minor ſemper poteſt concipi, unde videmus in omni extenſione partes dari, quæ partes in corpore a ſe invicem poſſunt ſeparari, quia

Corpus quarta proprietate præditum eſt, quod poſſit de 11.
loco in locum transferri, unde corpus *mobile* dicitur.

Quando nullum datur obſtaculum, corpus ictui minimo cedit, major tamen vis requiritur ad corpus movendum majori cum celeritate quam cum minori, & ad movendum corpus majus quam minus, ſi æqualis fuerit velocitas; Vis etiam major iisdem in caſibus requiritur ad ſiſtendum corpus quando eſt in motu, corpus ergo quieſcens motui & corpus motum quieti reſiſtit; illud oritur ex materiæ *Innertia*, quæ in
omnibus corporibus quantitati materiæ proportionalis eſt, 12.
quia omnibus materiæ particulis æqualiter competit.

Omne corpus figura eſt præditum, unde Figurabilitas vul-

go in corporis proprietatibus eſſentialibus adnumeratur, quæ potius ex aliis proprietatibus fluere videtur.

Si ab omni parte in corpore diviſiones fiant, & partes removeantur, quod in medio remanet ab omni parte terminatum eſt, & neceſſario figura præditum; Idem corpus varias poteſt induere figuras, quia in partes poteſt reſolvi & illæ in vario ordine erga ſe invicem per motum diſponuntur. Non etiam contradictionem involvit dari corpus infinitum, quod nulla figura præditum eſſet.

CAPUT III.

De extenſione, ſoliditate, & vacuo.

13. Hic conſideranda venit in Scholis decantata quæſtio *de vacuo*, ſcilicet an detur extenſio omni materia deſtituta; hæc enim extenſio vocatur *vacuum*, *inane*, aut *merum ſpatium*.

Vacuum revera dari ex Phænomenis probatur, & ideo in ſequentibus hæc propoſitio ad examen revocabitur.

Vacuum poſſibile eſſe ex ſolo examine idearum deducitur. Omne enim quod clare concipimus exiſtere poſſe, poſſibile eſt.

Quæſtio ergo eo redit, an habeamus ideam extenſionis non ſolidæ.

Soliditatis ideam acquirimus per contactum; corpora quædam nobis reſiſtere ſentimus, & quidem omnibus momentis nobis illa reſiſtunt, quæ deſcenſum verſus inferiora loca impediunt; ex qua reſiſtentia apparet corpus ex loco a ſe occupato omne aliud corpus excludere, id eſt, illud ſolidum eſſe, quam ſoliditatis ideam ad corpora ſubtiliora quæ propter partium tenuitatem ſub ſenſus non cadunt, transferimus, & experientia conſtat, hæc ipſa, æque ac duriſſima aliis corporibus reſiſtere.

EXPERIMENTUM.

14. Aër in quo vivimus fere ſemper viſum & tactum noſtrum fugit, in antlia tamen exacte clauſa embolo reſiſtit, ita ut nulla vi ad antliæ fundum protrudi poſſit.

In extenſionis autem idea non continetur idea ſoliditatis, hanc non niſi ex contactu, illam vero ſine illo acquirimus, & ſi quis nunquam corpus tetigiſſet, ei ſoliditas omnino ignota eſſet.

Conſpiciat quis idolum inter ſpeculum concavum & objectum repreſentatum, idolum tale non reſiſtit, corpus tamen æque denſum ac corpus repreſentatum videtur, poſſunt enim colores magis vividi in idolo quam ipſius objecti colores repreſentari; ſi homo nihil unquam præter talia idola vidiſſet, & ipſius corpus tali idolo ſimile eſſet, an ullam ſoliditatis haberet ideam? non videtur; extenſionis tamen certiſſime habebit.

Hic non agitur de eo quid ſit tale idolum, de ideis diſputamus, ſat eſt illud dari.

In ſoliditatis privatione non omnis ſita eſt differentia inter 15.
ſpatium & *corpus*.

Spatium eſt infinitum, ac nullis terminari poſſe limitibus, rem attente conſideranti patebit.

In ſpatio partes dari clare videmus, a ſe invicem vero ſeparari nequeunt, immobiles ſunt, ut & ipſum ſpatium.

Spatii idea ſimpliciſſima eſt; corporis magis eſt compoſita; poteſt hoc moveri, ejus partes ſeparationem patiuntur & finitum facillime concipitur.

Soliditas a quibuſdam *impenetrabilitas* vocatur, & ex na- 16.
tura extenſionis illam deducere conantur; pedi cubico ex. gr. extenſionis, pes alter cubicus extenſionis addi non poteſt quin habeamus duos pedes cubicos, ſinguli enim habent omnia quæ ad illam magnitudinem conſtituendam requiruntur; pars ergo una ſpatii partes omnes alias excludit & ipſa illas admittere non poteſt.

Reſp. hæc omnia vera eſſe, quia partes ſpatii ſunt immobiles, falſa vero eſſent niſi pars ſpatii in alio loco tranſlata contradictionem involveret, & ex immobilitate partium ſpatii, non ex impenetrabilitate ſeu ſoliditate, profluunt.

CAPUT IV.

De diviſibilitate corporis in infinitum, & particularum ſubtilitate.

17. EO quod corpus eſt extenſum etiam eſt diviſibile, ideſt, in eo partes conſiderari poſſunt.

Differt tamen corporis diviſibilitas, ab extenſionis diviſibilitate, illius enim partes a ſe invicem ſeparari poſſunt. Hæc vero proprietas cum ab extenſione pendeat, in extenſione examinari debet: demonſtrata deinde facile ad corpus transferri poterunt.

18. Corpus eſt diviſibile in infinitum, id eſt, in ejus extenſione nulla pars quamtumvis parva poteſt concipi, quin detur ad huc alia minor.

TAB. I. fig. 1. Sit linea A D, ad B F, perpendicularis, ut & G H, ad parvam ab A diſtantiam, ad eandem etiam perpendicularis, centris C, C, C, &c. & radiis C A, C A, &c. deſcribantur circuli ſecantes lineam G H, in punctis *e*, *e* &c. quo major eſt radius AC, eo minor eſt pars *e* G: radius poteſt in infinitum augeri & ſic ergo minui pars *e* G, quæ tamen nunquam ad nihilum poteſt redigi, quia circulus cum linea recta B F, coincidere nunquam poteſt.

Partes ergo magnitudinis cujuſcunque in infinitum poſſunt minui & nullus diviſionis datur finis.

Innumeris aliis idem probari poteſt Mathematicis demonſtrationibus.

19. Objectiones præcipuæ ſunt, infinitum finito contineri non poſſe; ex diviſibilitate in infinitum ſequi, omnia corpora eſſe æqualia, aut infinitum alio infinito majus dari.

Sed hiſce reſponſio facilis eſt, infinito tribuuntur proprietates quantitatis finitæ & determinatæ. Partes infinite parvas numero infinito in quantitate finita dari non poſſe quis unquam probavit, ut & omnia infinita eſſe æqualia? Contrarium in innumeris occaſionibus a Mathematicis demonſtratur.

Aliæ etiam proponuntur objectiones in quibus actualem dari

dari ponitur diviſionem corporis in partes numero infinitas & a ſe invicem ſeparatas. Talem diviſionem neque defendimus neque concipimus, corpus quantumvis minutum ulterius poſſe dividi demonſtravimus, & hoc merito vocari *diviſionem in infinitum* credimus, quod enim nullos habet limites *infinitum* dicitur.

Partes infinite parvæ non dantur, particularum tamen in multis corporibus tanta eſt ſubtilitas, ut captum noſtrum in immenſum ſuperet, & innumera in rerum natura dantur exempla illarum particularum a ſe invicem ſeparatarum. 20.

Boileus hæc variis probat argumentis.

Loquitur de filo ſerico trecentis ulnis Anglicanis longo & 21.
ponderis duorum granorum cum ſemiſſe.

Folia auri menſuravit, & ponderavit & reperit, quinqua- 22.
ginta pollices quadratos unicum tantum ponderare granum; ſi unius pollicis longitudo dividatur in ducentas partes, omnes oculo deſtingui poterunt, dantur ergo in pollice quadrato partes viſibiles quadraginta millia, & in uno auri grano partium numerus eſt duarum millionum, quas partes viſibiles adhuc poſſe dividi nemo negabit.

Octo granis auri deaurari poteſt integra argenti untia, 23.
quæ deinde porigitur in filum longitudinis tredecim millium pedum.

In corporibus odoriferis majorem adhuc partium percipi- 24.
mus ſubtilitatem & quidem a ſe invicem ſeparatarum, plura longo tempore fere nihil ſui ponderis amittunt & ſpatium ſatis magnum particulis odoriferis continuo implent, qui computum de tali ſubtilitate inire voluerit in illarum numero quid portenti facille reperiet.

Ope microſcopiorum objecta quæ viſum fugiunt magna vi- 25.
dentur, dantur animalcula per optima microſcopia vix viſibilia, habent tamen partes omnes ad vitam neceſſarias, ſanguinem, & alia liquida, ſubtilitas partium illa componentium quanta ſit quis non videt?

Non aptius caput hocce claudi poſſe credimus, quam ſequenti theoremate quod ex iis quæ de diviſibilitate materiæ dicta ſunt facile deducitur.

Da-

26. *Data quavis materiæ particula quantumvis exigua, & dato ſpatio quovis finito utcunque amplo, poſſibile eſt, ut materia iſtius arenulæ per totum illud ſpatium diffundatur, atque ipſum ita adimpleat ut nullus ſit in eo porus cujus diameter minimam datam ſuperet lineam.*

CAPUT V.

De cohæſione partium, ubi de duritie, mollitie, fluiditate & elaſticitate agitur.

27. OMne corpus quod in ſenſus noſtros cadit, ex particulis quam minimis conſtat, nulla illarum in ſe eſt indiviſibilis, noſtri reſpectu, omnes ſunt, diviſio enim quæ a nobis fieri poteſt, eſt particularum ſeparatio.

Quando magna vis ad illam ſeparationem requiritur, corpus durum vocatur.

Si partes facilius cedant & cum ſub lapſu partium introcedant molle vocatur.

Sed hæc in ſignificatione vulgari, vis magna & minor nihil determinati denotant & corpus durum reſpectu unius hominis, alteri molle videtur.

DEFINITIO I.

28. Philoſophicè corpus durum vocatur, *cujus partes inter ſe cohærent & neutiquam introcedunt, itaut partes nullo motu affici poſſint quin diſrumpatur corpus.*

Corpus tale perfecte durum nullum novimus.

DEFINITIO 2.

29. Philoſophice corpus molle vocatur *cujus partes introcedunt & ſublabuntur licet ad illud mallei ictus requirantur.*

DEFINITIO. 3.

30. *Corpus cujus partes cuicunque impreſſioni cedunt & cedendo facillime moventur inter ſe* vocatur fluidum.

Hæc omnia a cohæſione partium pendent, quo arctior eſt eo magis ad perfectam duritiem corpus accedit. Durities vero particularum minimarum ab illarum ſoliditate non differt,

fert, & eſt proprietas eſſentialis corporis, quæ non magis explicanda eſt, quam quare corpus ſit extenſum & mens cogitet.

An omnia corpora ex particulis æqualibus & ſimilibus conſtent omnino ignoro, & circa cauſam cohæſionis particularum adhuc multa obſcura ſunt.

Naturæ leges quæ hic locum habent ex Phænomenis deducuntur.

Cohæſionis lex peculiaris eſt, omnes particulas *vi attractiva* gaudere. 31.

Definitio 4.

Per vocem *attractionis* intelligo *vim quamcunque qua duo corpora ad ſe invicem tendunt*; licet forte illud per impulſum fiat.

Illa vero *attractio* hiſce legibus ſubjicitur, *ut in ipſo particularum contactu ſit per quam magna, & ſubito decreſcat, ita ut ad diſtantiam quam minimam quæ ſub ſenſus cadit non amplius agat, imo etiam ad majorem diſtantiam ſeſe mutet in* vim repellentem, *qua particulæ ſeſe mutuo fugiunt.*

Ope hujus legis multa Phænomena facillime explicantur, & innumeris experimentis chemicis illa attractio & repulſio pleniſſime probantur, etiam ex ſequentibus experimentis illas dari ſatis patet.

Experimentum 1.

In omnibus corporibus liquidis partes omnes ſeſe mutuo 32.
attrahere videmus, ex figura Sphærica quam guttæ ſemper habent; ex eo etiam quod nullum detur liquidum, cujus partes non ſint quaſi conglutinatæ, quod in ipſo Mercurio clare apparet.

Experimentum 2.

Sed multo melius hæc mutua particularum attractio proba- 33.
tur, ex eo quod in omnibus liquidis duæ guttæ ut A & B, TAB. I. fig. 2.
ſtatim ac ſe invicem quam minime tangunt, in unam guttam majorem F redigantur; quæ omnia cum etiam in metallis liquefactis locum habeant, ſequitur particulas illa componentes & tum ſeſe mutuo attrahere, cum motu ignis a junctione arcentur.

Hæc non oriuntur ab aëris preſſione, quia & in loco aëre vacuo procedunt, neque ab alius materiæ cujuſcunque preſſione ab omni parte æquali, talis enim preſſio ad figuram ſphæricam in guttis ſervandam quidem valet, minime vero illam iis tribuere poteſt.

34. TAB. I. fig. 3. In gutta ovali *acbd*, preſſiones in ſuperficies *ad* & *cb* minores ſunt, quam preſſiones in ſuperficies *ac*, *db*, nam ab omni parte gutta æqualiter premi ponitur, in minori ergo ſpatio preſſio minor eſt. Non poteſt tamen gutta rotunda fieri, quin preſſiones iſtæ minores, majores vincant, quod eſt abſurdum.

In attractione contra, quo major eſt numerus particularum ſe mutuo attrahentium inter duas particulas, eo majori vi verſus ſe mutuo feruntur, quod motum in gutta producit, donec diſtantiæ inter puncta oppoſita in ſuperficie ſint ubique æquales, quod in ſola figura ſphærica locum habet.

Pleraque corpora attractione illa agunt in corpora extranea. Exempla pauca dabo, in quibus effectus attractionis illius ſunt maxime notabiles.

Experimentum 3.

35. TAB. I. fig. 4. Tubuli vitrei exigui ab utraque extremitate aperti aquæ immerguntur, ut in ſchemate repreſentatur. Aqua in eos ſponte aſcendit, & ad majorem altitudinem quo diameter tubuli eſt minor. Et non requiritur ut tubuli ſint admodum tenues, experimentum etiam procedit in tubulo cujus apertura eſt ſextæ partis unius pollicis. Effectum hunc preſſioni aëris tribuendum non eſſe ſequenti experimento liquet.

Experimentum 4.

36. TAB. I. fig. 5. Suberi annectuntur tubuli & filo æneo AB ſuſtinentur, deinde ope Machinæ pneumaticæ aër ex recipiente R, laminæ æneæ impoſito exhauritur, & motu fili AB, aquæ in vitro CD contentæ immerguntur tubuli; aqua in eo caſu eodem modo ac in experimento præcedenti in eos aſcendit. Quomodo filum ſine ingreſſu aëris moveri poſſit, in ſequentibus, ubi de Machina pneumatica agam, dicetur.

Experimentum 5.

37. ABCD ſunt duæ laminæ vitreæ planæ, junctæ in AB,

in

in CD vero paululum ſeparantur, per interpoſitam laminam cujuſcunque materiæ; Quadrato ligneo H I L M ſuſtinentur, ita ut latus D C ſemper maneat ad eandem altitudinem; ad horiſontem utcunque inclinari poſſunt laminæ, elevando latus AB ubi conjunguntur, & Cylindro N O laminas in quocunque ſitu ſuſtinente. Cochlea P inſervit ad Cylindrum ad altitudinem quamcunque firmandum. TAB. I. fig. 6.

Gutta aquæ aut olei G interponitur, ita ut ambo plana, prius eodem liquore madefacta, tangat; ab utroque plano attrahitur, ſed attractio major eſt ubi plana minus diſtant, id eſt, major eſt in *e* quam in *f*, gutta ideo verſus *e* movetur, id eſt, aſcendit & eo celerius quo altius aſcendit, ſuperficiebus quibus gutta vitra tangit, ut & ipſa attractione magnopere creſcentibus ubi diſtantia inter plana minuitur. Angulus inclinationis plani ita poteſt augeri ut gravitas guttæ æquipolleat attractioni, & tunc gutta quieſcit; & ſi in eo caſu magis adhuc elevetur planorum pars A B, gutta deſcendit propter guttæ gravitatem præpollentem.

Experimentum 6.

Vitrea duo plana A B C D junguntur in A B, & in CD 38.
interpoſita lamina paululum ſeparantur, aquæ aliquo colore tinctæ immerguntur, ita ut latera A B, & C D, ſint verticalia; antea iiſdem planis intus eodem liquore madefactis. Aqua inter illa plana, planorum attractione, aſcendit, & ad majorem altitudinem aſcendit pro minori inter plana diſtantia; cum vero continuo à C D, verſus A B, illa minuatur, aqua ubique ad diverſas altitudines aſcendit, & format lineam curvam *e f g*, ex cujus figura, attractionem in diſtantia minima ſubito admodum decreſcere, ad majorem vero diſtantiam lentiſſime, primo intuitu patet. TAB. I. fig. 7.

Experimentum 7.

Mercurius Auro & Stanno ſeſe jungit, etiam aqua, & oleum 39.
ligno & vitro nitido adhærent.

Repulſionis exempla habemus inter aquam & oleum, & in 40.
genere inter aquam & omnia corpora pinguia, inter Mercurium & Ferrum, ut & etiam inter particulas pulveris cujuſcunque.

Experimentum 8.

Si corpus quoddam pingue, quod aqua levius ſit, ſuperficiei, 41.

aquæ imponatur, aut fruſtum Ferri Mercurio, ſuperficies liqui-
TAB. I. fig. 8. dorum deprimentur circum corpora immerſa, ut circum globum A repræſentatur; & eodem modo ac in caſibus ubi vis attractiva locum habet, ſuperficies liquidi circum corpora immerſa altior eſt, ut circum globum B, & per gravitatem ad libellam non defluit; ſic in hiſce ubi vis repellens actionem ſuam exerit, liquida per gravitatem non defluunt ad implendas cavitates, quæ circum corpora immerſa formantur.

42. TAB. I. fig. 8. Huc pertinent omnia Phænomena globorum vitreorum leviſſimorum aquæ innatantium; quando nitidi ſunt aqua ab omni parte circa eos aſcendit, ut in B; quando pinguedine quadam obteguntur, aqua ab omni parte quaſi excavatur, ut in A; in vaſe vitreo in quo experimenta fiunt, aqua per latera vitri ab omni parte etiam ſuſtinetur & ibi altior eſt, ut in C, & D; quando vitrum ita repletur ut aqua ab omni parte de-
TAB. I. fig. 9. fluat, attractione mutua partium aquæ, altior eſt in medio quam circa latera, & ſuperficiem convexam format A B C: ex hiſce ſolis ſequentia Experimenta explicantur.

EXPERIMENTUM 9. 10. 11. 12. 13.

Quando vitreum vas non omnino aqua impletur, globus nitidus ſemper, ſi ad diſtantiam non admodum magnam a latere vaſis aquæ imponitur, verſus latus fertur & ei ſeſe jungit. Globus ab omni parte æqualiter ab aqua premitur, quando accedit ad latus vaſis, illa eadem vis qua ibi aqua elevatur, tollit pro parte preſſionem illam; ſic preſſio a parte oppoſita præpollet, & globus verſus latus movetur.

Quando vas repletur ita ut aqua defluat, globus a latere vitri ſponte verſus medium fertur; ex ſimili ratione, vi qua aqua in medio magis elevatur, etiam ab ea parte preſſionem circa globum minuente.

Hæc duo contrarie eveniunt quando globus pinguedine obtegitur, quia vis illa qua aqua & globus ſeſe mutuo repellunt, major eſt ubi aqua magis elevata eſt.

Duo globi nitidi, aut pinguedine induti, ſeſe mutuo petunt. Pro globis nitidis ratio jam tradita eſt; quando pinguedine obtecti ſunt, cavitas circum illos datur, ubi cavitates junguntur preſſio minuitur, & verſus illam partem globus uterque fertur.

Si

Si Globus unus ſit nitidus, & alter pinguedine obtectus, ſeſe mutuo fugiunt, cujus ratio ex dictis liquet.

Partes ſalis cujuſcunque ſeſe mutuo magna cum vi attrahere, ex variis Experimentis conſtat, & ſequenti ſolo, illa attractio in minima diſtantia, & vis repellens ad majorem, probatur. 43.

EXPERIMENTUM 14.

Sale in aqua diſſoluto, quando illa in vapores redigitur, particulæ ſalinæ minimæ ſeſe jungunt, & partes majores formant, quod attractionem probat.

Iſtæ particulæ omnes æquales ſunt & eadem figura præditæ, unde ſequitur particulas minimas ex quibus formatæ ſunt ubique eundem erga ſe invicem ſitum habuiſſe, id eſt, ubique ad diſtantias æquales per aquam fuiſſe diffuſas, quod fieri non poteſt, niſi omnes viribus æqualibus ſeſe mutuo fugiant ſeu repellant.

Elaſticitas corporum, proprietas illa, *qua*, *ſi figura illo-* 44.
rum vi aliqua mutetur, *ad priſtinam figuram redeunt*, ex prædictis facillime deducitur: Si enim corpus quoddam ſit compactum, flectat ſe, & cum prematur introcedat ſine ullo partium ſuarum ſublapſu, corpus revertet ad figuram ſuam, vi illa quæ ex mutua ſuarum partium attractione oritur.

Illam vero aëris proprietatem, quæ illius *elaſticitas* dici- 45.
tur, oriri ex vi qua partes ſeſe mutuo repellunt, ſuo tempore dicetur.

Et ne quis credat, quia cauſam prædictæ attractionis & re- 46.
pulſionis non damus, illas inter qualitates occultas eſſe recenſendas. Cum Newtono hic dicimus, *nos illa principia conſiderare non ut* occultas qualitates, *quæ ex* ſpecificis *rerum* formis *oriri finguntur*; *ſed ut* univerſales *naturæ* leges, *quibus res ipſæ ſunt formatæ*; *nam principia quidem talia revera exiſtere oſtendunt Phænomena naturæ*, *licet ipſorum cauſæ quæ ſint nondum fuerit explicatum. Affirmare ſingulas rerum ſpecies* ſpecificis *præditas eſſe* qualitatibus occultis, *per quas eæ vim certam in agendo habeant*, *hoc utique eſt nihil dicere. At ex Phænomenis naturæ duo vel tria derivare generalia motus principia*, *& deinde explicare quemadmodum proprietates*, *& actiones rerum omnium*, *ex principiis iſtis conſequuntur*; *id vero magnus eſſet factus in Philoſophia progreſ-*

ſus, etiamſi principiorum iſtorum cauſæ nondum eſſent cognitæ.

LIBRI I. Pars II.

De motu corporum ſolidorum.

CAPUT VI.

De motu in genere, ubi de loco & tempore.

QUam hic pertractare inchoamus materia latiſſime in Phyſicis patet; omnia quæ in rebus naturalibus fiunt ad motum pertinent, ea ipſa quæ de cohæſione partium dicta ſunt ad illum relationem habent; nam licet in ipſa cohæſione partes non moveantur, tamen neque explicari, neque dicta Experimentis confirmari potuere ſine motu.

47. Motus *eſt tranſlatio de loco in locum, ſive continua loci mutatio.* Unusquiſque illius habet ideam, & inutiliter Philoſophi laborarunt, ad quærendam definitionem ideæ ſimplicis, & ad probandum difficili ſtudio perveniri poſſe ad ignorationem rei, quam aliter nemo ignorat.

48. Locus *eſt ſpatium a corpore occupatum*, & de eo idem ac de *motu* dicendum.

Duplex eſt, *verus* ſeu *abſolutus*, & *relativus*.

DEFINITIO I.

49. Locus verus *eſt pars ſpatii immobilis quæ a corpore occupatur.*

DEFINITIO 2.

50. Locus relativus, qui ſolus ſenſibus diſtinguitur, *eſt ſitus corporis reſpectu aliorum corporum.*

Sæpe mutatur locus verus manente relativo, & vice verſa.

Unde motus alter eſt *verus* ſeu *abſolutus*, alter *relativus*.

Dum corpus movetur, tempus labitur.

Tempus etiam duplex eſt; *verum* ſeu *abſolutum*, & *relativum*.

Verum nullam habet relationem ad motum corporum, neque ad ſucceſſionem idearum in Ente intelligenti, ſed ſua natura ſemper æqualiter fluit.

DEFI-

Definitio 3.

Tempus relativum *eſt pars temporis veri per motum corporum menſurata*, hoc ſolum ſub ſenſus cadit. 52.

Motus omnis poteſt celerior fieri, & etiam corpus tardius quam ante poteſt moveri; & veriſimillimum eſt nullum dari motum corporum omnino æquabilem; unde ſequitur tempus *relativum* a *vero* differre, hoc enim nunquam citius, nunquam tardius fluit.

Definitio 4.

Illa motus affectio, qua in certo tempore certum ſpatium 53.
a corpore moto percurritur, vocatur celeritas *aut* velocitas; quæ ergo major aut minor eſt pro magnitudine illius ſpatii, & *illi ſpatio ſemper proportionalis eſt.*

Definitio 5.

Quo major eſt vis corpori impreſſa ad locum mutandum, eo 54.
major eſt motus, & illa vis vocatur *motus quantitas* ſeu *motus momentum.*

Definitio 6.

Motus directio *eſt recta, quæ ducta concipitur verſus par-* 55.
tem qua tendit mobile.

Definitio 7.

Potentia *eſt vis quæcunque in corpus agens ad illud mo-* 56.
vendum.

Definitio 8.

Magnitudo illius vis vocatur *potentiæ intenſitas.* 57.

CAPUT VII.

De motibus comparandis inter ſe.

Axiomata

I.

MOtus quantitas *ſive* motus momentum *ſequitur propor-* 58.
tionem cauſæ motum producentis.

II.

Toti effectus motuum eodem tempore producti, eandem inter 59.
ſe habent relationem, quam ipſorum motuum momenta.

III.

III.

Duo motus momenta æqualia & contrarie agentia ſe invicem deſtruunt, & unum alterum ſuperare nunquam poterit.

61. Corpora in motu duobus reſpectibus differre poſſunt, reſpectu quantitatis materiæ in ſingulis, & reſpectu ſpatii eodem
* 53. tempore percurſi, id eſt, reſpectu velocitatis*, & nulla alia datur differentia: hæc duo ergo, & illa quidem ſola, in comparandis motibus conſiderari debent.

Quando velocitates ſunt æquales, ſolæ materiæ quantitates conſiderandæ veniunt; & ſi ſit dupla in uno corpore, motus quantitas erit etiam dupla, quia in eo dantur duo corpora minori corpori æqualia & æquali cum celeritate cum illo mota. Idem de omni alia relatione inter duo corpora dicendum, unde deducimus hanc generalem regulam:

62. *In corporibus inæqualibus & æquivelocibus, motus momenta ſunt ut quantitates materiæ in ſingulis.*

Quando quantitates materiæ ſunt æquales, ſolæ velocitates conſiderari debent; &

In corporibus æqualibus, motus momenta ſunt ut velocitates,
63. id eſt, ut ſpatia eodem tempore percurſa *. Nam percurſio
* 53. illorum ſpatiorum ſunt motuum effectus toti, in illo tempore producti, & ſunt inter ſe ut illa ſpatia, ergo & in eadem
* 59. ratione ipſa motus momenta*.

64. Ad determinandam relationem inter duos motus, *quando velocitates ſunt inæquales, & corpora reſpectu quantitatis materiæ differunt, quærendæ ſunt duæ quantitates quæ ſint inter ſe ut maſſæ & ut velocitates. Multiplicando celeritatem utriuſque corporis per ſuam maſſam, producta habent quæſitam relationem inter ſe.*

Quando velocitas Ex. gr. eſt dupla & maſſa tripla, quantitas motus dupla triplicari debet, eſt ergo ſextupla; caſus hic extat quando velocitas eſt duo in uno corpore, & quatuor in alio, maſſa prioris quinque & ſecundi quindecim; multiplicando utramque maſſam per ſuam velocitatem, producta habemus 10. & 60., quorum ultimum eſt ſextuplum prioris.

Hæ

Hæc ratio dicitur compoſita, ex ratione maſſarum & celeritatum.

Corpus majus poteſt lentius moveri quam corpus minus; ita ut corpus minus æqualem aut majorem motus quantitatam poſſit habere quam alterum.

Quando velocitas in minori corpore, eſt ad velocitatem in majori, ut maſſa majoris, ad maſſam minoris; motus quantitates ſunt æquales in utroque corpore. 65.

Quantum motus quantitas in minori corpore, reſpectu maſſæ eſt minor, eo major eſt reſpectu velocitatis: unde datur æqualitas. Hoc quoque in caſu, producta maſſæ utriuſque corporis, per ſuam celeritatem, ſunt æqualia; & celeritates dicuntur eſſe in ratione inverſa maſſarum, aut reciproce ut maſſæ.

Quando talia motus momenta contrarie agunt, ſeſe mutuo deſtruunt. * 66.

* 60.

CAPUT VIII.

De actionibus potentiarum comparandis.

Actiones potentiarum in corpora agentium inter ſe poſſunt comparari, eodem modo ac motus quantitates; & ſimiles regulæ hic locum habent.

In ſequentibus videbimus, corpus ſemel in motu, in motu continuari, etiam ceſſante cauſa moventi; ita ut ſi potentia quadam, tale corpus continuo propelleretur, motus ſingulis momentis celerior fieret.

Talem actionem potentiarum hic non conſideramus, hic agitur de potentiis in obſtaculum agentibus, ita ut per reſiſtentiam obſtaculi actio potentiæ continuo deſtruatur, quod notandum; alio enim in caſu ſequentes demonſtrationes non procedunt. Quando ergo hic loquimur de obſtaculo a quadam potentia removendo, agitur de *obſtaculo maximo*, quod ab illa potentia removeri poſſit; aliter enim obſtaculum totam actionem potentiæ non deſtrueret.

C Po-

Potentiarum actiones inter ſe poſſunt differre, & reſpectu magnitudinum obſtaculorum, & reſpectu ſpatiorum ab obſtaculis, id eſt, a punctis quibus potentiæ applicantur, percurſorum: hæc duo ſola in comparandis potentiis conſideranda ſunt.

Obſtacula quæ a potentiis removeri poſſunt, ſunt inter ſe ut * 57. *potentiarum intenſitates* *.

67. Ex quibus ſequitur, *actiones potentiarum, cujus intenſitates ſunt æquales, eſſe inter ſe ut ſpatia percurſa.* Eo enim reſpectu ſolo differunt, quia obſtacula ſunt æqualia.

68. *Quando ſpatia percurſa ſunt æqualia, actiones iſtæ ſunt ut intenſitates.*

69. *Quando & ſpatia percurſa & intenſitates differunt, actiones potentiarum ſunt inter ſe in ratione compoſita, intenſitatum, & ſpatiorum percurſorum.*

70. *Quando ſpatia percurſa ſunt in ratione inverſa intenſitatum, actiones ſunt æquales.*

DEFINITIO.

71. Vis integra potentiæ vocatur, *illius actio cum relatione ad tempus*; & ideo vires integræ potentiarum ſunt inter ſe, ut actiones eodem tempore productæ.

Hæc omnia eodem modo, ac quæ in præcedenti capite dicta ſunt, demonſtrari poſſunt.

CAPUT IX.

Generalia circa gravitatem.

PHÆNOMENON I.

72. *Omnia corpora in Terræ viciniis, ſi nullo obſtaculo impediantur, Terram verſum feruntur.*

DEFINITIO I.

73. *Vis qua corpora Tellurem verſus pelluntur, vocatur* gravitas.

DEFINITIO 2.

74. *Vis illa cum relatione ad corpus, quod vi illa propellitur, vocatur* corporis pondus.

PHÆ-

Phænomenon 2.

Vis gravitatis ubique in Terræ viciniis, & omnibus momentis, æqualiter agit. 75.

Parva quidem datur gravitatis differentia in regionibus diverſis, de qua in ſequentibus; nimis tamen eſt exigua ut hic conſideretur, præcipue cum in regionibus, quæ inter ſe ſunt vicinæ, omnino ſit inſenſibilis.

Quando corporis deſcenſus obſtaculo impeditur, pondere ſuo 76. ſemper æqualiter obſtaculum premit, verſus Terræ centrum tendens; poteſt ergo haberi pro potentia in obſtaculum agenti, & ſic quæ de potentiis in capite præcedenti ſunt demonſtrata, hic etiam locum habent.

Phænomenon 3.

Corpora quæ vi gravitatis deſcendunt, ſi omnis tollatur reſiſtentia, ſunt æquivelocia. 77.

Probatur Experimento.

Ex vaſe vitreo A B, ex duobus vitris conſtanti, & altitudinis fere trium pedum, aër exhauritur: fruſtum Auri & Plumula leviſſima, parti ſuperiori vitri ita annectuntur, ut motu manubrii C D, eodem tempore cadere incipiant: eodem etiam exacte temporis momento, ſemper ad laminam Æneam, cui vitrum imponitur, perveniunt. TAB. II. fig. 1.

Ut hocce Experimentum commode fiat, operculo æneo clauditur apertura ſuperior vaſis memorati. Lamina tenuis incurvata ut in E repræſentatur, operculo connectitur in *e*; illudque per duas cochleas H, ope laminarum duarum minorum, quarum una videtur in *g f*, & quæ, prædictæ laminæ E, affixæ ſunt. 78.

Extremitates laminæ elaſticitate conjunguntur, & inter illas retinetur Aurum & plumula dum aër exhauritur.

Per operculum tranſit filum Æneum, quod ſine ingreſſu aëris poteſt circumvolvi ope manubrii C D; de hoc inferius ubi de Machina pneumatica.

In ſuperiori parte laminæ *e* datur foramen, per quod filum illud tranſit, filique extremitas, quæ inter illam laminam admittitur, videri poteſt in L; eſtque quadrata & cava, ut ei annecti poſſit lamina ovalis I.

Circa hanc notandum, quod minor diameter ovalis talis ſit, ut lamina E illam excipiat, extremitatibus prioris junctis manentibus.

Quando vero filum æneum, & eo lamina I circumvolvitur; propter differentiam diametrorum figuræ ovalis, prædictæ extremitates ſeparantur, & corpora ſuſpenſa eodem momento libera relinquuntur.

* 160. Ex alio etiam Experimento, in ſequentibus memorando *, idem hocce Phænomenon deducitur.

79. Ex eo ſequitur, *Gravitatem in omnibus corporibus, id eſt,*
* 62. *illorum pondera, materiæ quantitati proportionalem eſſe.* *

80. Omnia ergo corpora conſtant ex materia æque gravi; & quod corpora non æque gravia videntur, id oritur ex eo, quod minor aut major materiæ quantitas, in ſpatio æquali detur.

81. Quando pondus conſideratur ut potentia, intenſitas potentiæ proportionalis eſt quantitati materiæ in corpore ponderanti, & potentiæ directio eſt verſus Terræ centrum.

CAPUT X.

De Trochlea ſimplici, Libra, & Centro-gravitatis.

DEFINITIO I.

82. TAB. I. fig. 10. TRochlea ſimplex, *eſt orbiculus circa axem volubilis, cui circumpoſitus funis ductarius dictus*, d c e.

Hac Machina potentiæ directio mutatur, nec ullius alius
83. uſus eſt, quando ſuo loco eſt fixa; in hoc enim caſu, *vis ſeu potentia funi ductario applicata, ut* M, *æqualis impedimento*
* 71. P, *æquipollet impedimento* *, nam potentia moveri non poteſt, quin impedimentum eodem tempore ſpatium æquale percurrat.

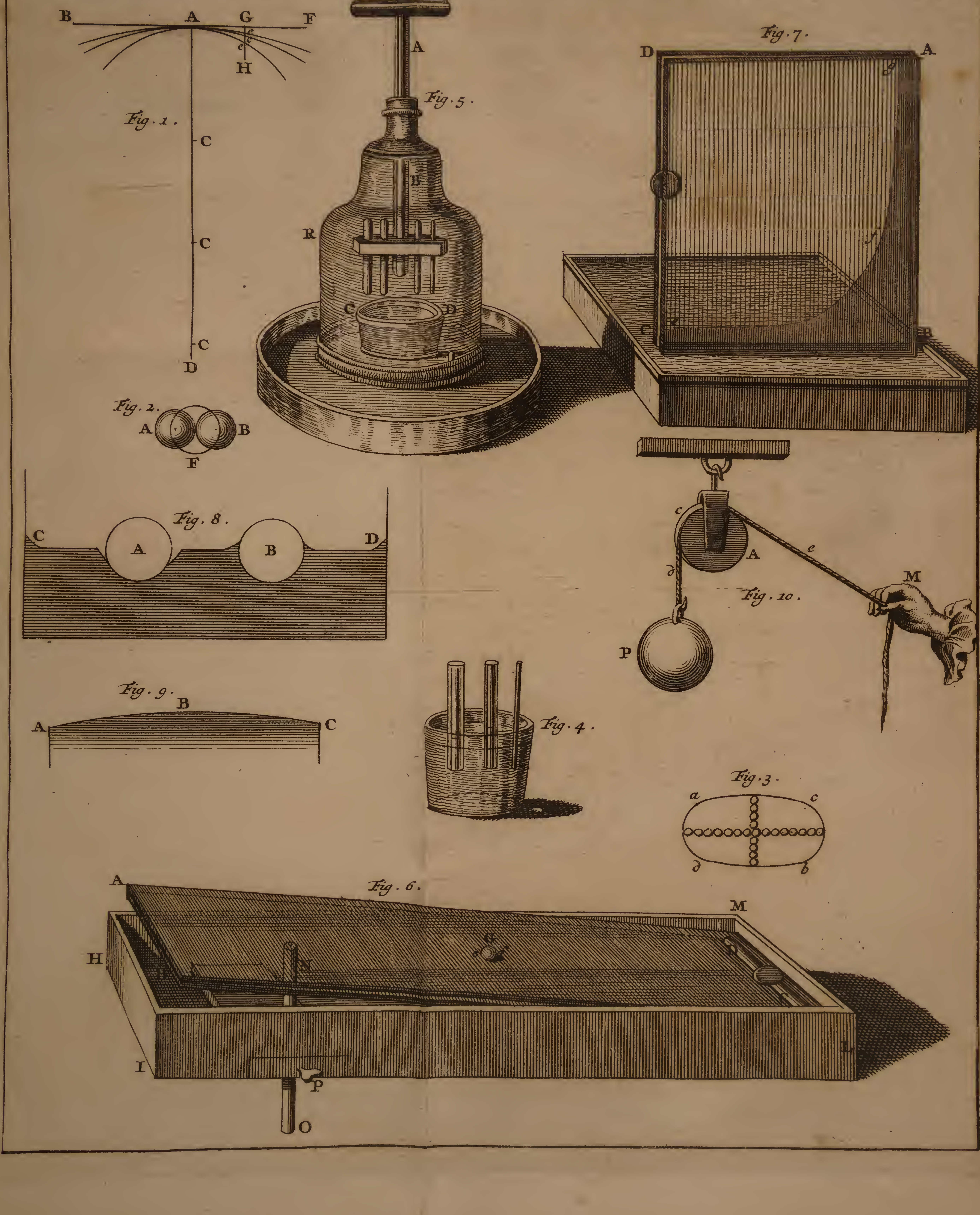
Pondera explorantur, id eſt, quantitates materiæ in ſin-
* 79. gulis corporibus comparantur *, per libram aut bilancem, inſtrumentum notiſſimum.

DEFINITIO 2.

84. Axis libræ vocatur *linea circa quam libra movetur, aut potius rotatur.*

De-

TAB. I.


Fig. 1.
B A G F
e e e
H
C
C
C
D
Fig. 2.
A B
F
Fig. 5.
A
B
R
C D
Fig. 7.
D A
g
f
C B
Fig. 8.
C A B D
Fig. 9.
B
A C
Fig. 4.
Fig. 10.
c
A
e
M
∂
P
Fig. 3.
a c
∂ b
Fig. 6.
A
M
H
G
N
I
L
P
O

Definitio 3.

Quando longitudinem brachiorum ſive jugi conſideramus, 85.
axis conſideratur ut punctum, & vocatur *centrum libræ.*

Definitio 4.

Puncta ſuſpenſionis, aut applicationis, vocantur, *puncta* 86.
in quibus vel actu ſunt, vel libere dependent pondera, aut lances quibus pondera imponuntur.

Circa hanc Machinam ſequentia notanda ſunt.

Pondus æqualiter gravat punctum, ſi libere ab eo depen- 87.
deat ad quancumque altitudinem, ac ſi pondus in ipſo poſitum intelligeretur.

Pondus enim corporis ad omnes altitudines æqualiter trahit funem quo ſuſpenditur *. Etiam *74.75

Probatur Experimento 1.

In libra A B, pondus P, ope funis B D, ad varias ſuſpendi- TAB. II. fig. 2.
tur altitudines; & eo ſitus libræ non mutatur.

Actio ponderis ad movendam libram eo major eſt, quo ma- 88.
gis punctum a pondere gravatum a centro libræ diſtat; & actio illa ſequitur proportionem diſtantiæ prædicti puncti ab illo centro.

Quando libra rotatur, in eodem libræ motu, punctum TAB. II. fig. 3.
B percurrit arcum B *b*, & punctum A, arcum A*a*, quorum ultimus maximus eſt; in illo ergo libræ motu actio ejuſdem ponderis varia eſt, pro puncto cui applicatur, & ſequitur proportionem ſpatii ab hoc puncto percurſi *; eſt ergo in A, *67.76
ut A*a*, in B, ut B*b*; arcus vero illi ſunt inter ſe ut C B, C A.

Experimentum 2.

Libræ A B brachia in partes æquales dividuntur, & una TAB. II. fig. 4.
uncia, nonæ diviſioni a centro applicata, tantum valet quantum tres unciæ ad tertiam; & duæ unciæ ad ſextam diviſionem, quantum tres ad quartam, & ſic de cæteris.

Conſtructio libræ, ad hoc & quædam ſequentia Experimenta, ex figura ſatis patet, ſi addas N. 102. Ex hiſce ſequitur, actionem ponderis ad movendam libram eſſe in ratione compoſita ipſius ponderis, & diſtantiæ a centro *: nam illa diſtan- *69.
tia eſt ut ſpatium percurſum in motu libræ.

DEFINITIO 5.

89. Libra in æquilibrio dicitur, *quando actiones ponderum in utrumque brachium ad movendam libram, ſunt æquales; ita ut ſeſe mutuo deſtruant*, ut in præcedenti Experimento.

DEFINITIO 6.

Quando libra eſt in æquilibrio, pondera ab utraque parte dicuntur *æquiponderare*.

90 *Pondera inæqualia poſſunt æquiponderare.* Ad illud requiritur, ut diſtantiæ a centro ſint reciproce ut pondera *. In eo caſu, ſi unumquodque pondus per ſuam diſtantiam multiplicetur, producta erunt æqualia.

*89.70

EXPERIMENTUM 3.

TAB. II. fig. 4. In libra ſtatim memorata, uncia una ad diſtantiam nonæ diviſionis a centro, æquiponderat cum tribus unciis ad diſtantiam tertiæ diviſionis.

91. Huic fundamento nititur Statera Romana, qua unico pondere omnia ponderantur.

EXPERIMENTUM 4.

Statera Romana A B habet duo brachia admodum inæqualia; in breviori lanx ſuſpenditur; longiſſimum in partes æquales dividitur; pondus tale ei applicatur, ut in prima diviſione æquiponderet uni unciæ una lanci impoſitæ: tum corpus ponderandum lanci imponitur, & pondus ſtatim memoratum per longitudinem brachii longioris movetur, donec detur æquilibrium; numerus diviſionum, inter pondus & centrum, unciarum numerum denotat, quas corpus ponderat; ſubdiviſiones partes Unciæ denotant.

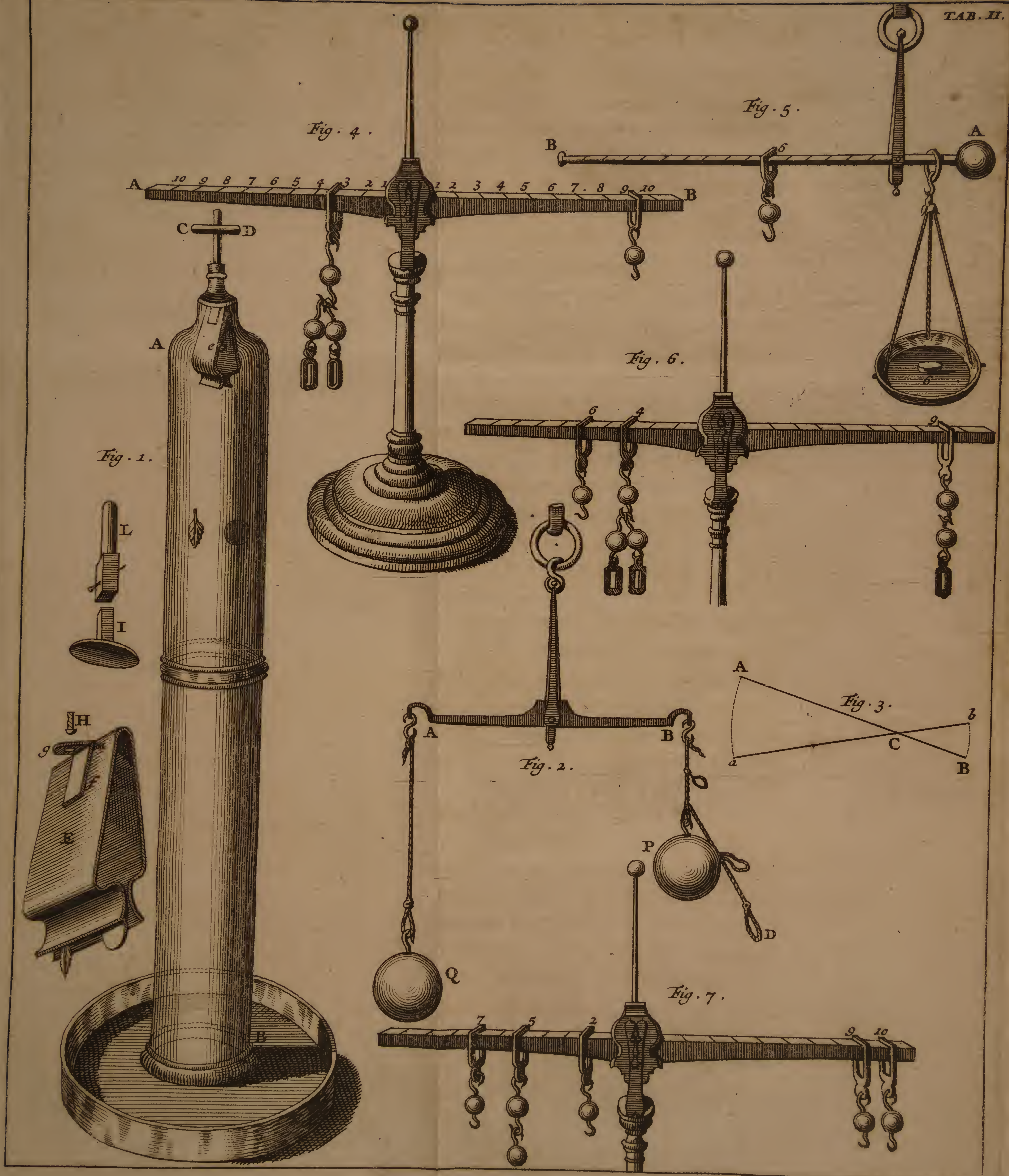
TAB. II. fig. 5.

92. Eodem etiam nititur fundamento bilanx fallax, cujus nempe brachia ſunt inæqualia.

EXPERIMENTUM 5.

TAB. III. fig. 1. Libræ ſæpius memoratæ duæ lances, ponderis inæqualis, applicantur ab una parte ad decimam, ab altera ad nonam diviſionem; ita ut detur æquilibrium. Si tunc duo pondera dentur quæcumque, quæ ſint inter ſe ut 9. ad 10. & illud primæ lanci, hoc vero ſecundæ imponatur; æquiponderabunt.

93. *Plurima pondera ad varias diſtantias ab una parte, unico ponderi ad aliam partem, poſſunt æquiponderare.* Ad illud requiritur, ut productum hujus ponderis per ſuam diſtantiam a cen-


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
A
B
C
D
E
H
I
L
P
Q

centro, æquale ſit ſummæ productorum omnium aliorum ponderum, multiplicatorum quorumque per ſuam diſtantiam.

EXPERIMENTUM 6.

Pondera tria, unius unciæ unumquodque, ad ſecundam, tertiam, & quintam diviſionem a centro, æquiponderant unicō ponderi unius unciæ, decimæ diviſioni alterius brachii applicato. Et pondus unius unciæ ad ſextam diviſionem, & alterum trium unciarum ad quartam diviſionem, æquiponderant ponderi duarum unciarum ab alia parte, ad nonam diviſionem. TAB. II. fig. 6.

94. *Plurima pondera, numero inæquali, ab utraque parte, poſſunt æquiponderare:* In eo caſu, ſi unumquodque multiplicetur per ſuam diſtantiam a centro, ſummæ productorum ab utraque parte erunt æquales: & ſi ſummæ iſtæ ſunt æquales, datur æquilibrium.

EXPERIMENTUM 7.

Pondus duarum unciarum applicatur quintæ diviſioni, alia duo, unumquodque unius unciæ, diviſioni ſecundæ & ſeptimæ; & ab alia parte duo pondera, unumquodque etiam unius unciæ diviſionibus nonæ, & decimæ; & hæc duo cum illis tribus æquiponderant. TAB. II. fig. 7.

DEFINITIO 7.

95. Centrum gravitatis *vocatur punctum in corpore, circa quod omnes partes corporis, in quocumque ſitu poſiti, in æquilibrio ſunt.*

96. Quando duo aut plura corpora junguntur, ſive ſint contigua ſive ſeparata, commune centrum gravitatis habent.

97. Quando centrum gravitatis ſuſtinetur, corpus quietum manet.

EXPERIMENTUM 8.

Corpus A ſuſtinetur & quieſcit, quia centrum illius gravitatis *c*, ſuſtinetur a fulcro F. TAB. III. fig. 2.

98. Quando centrum gravitatis non ſuſtinetur, corpus movetur donec ſuſtineatur.

EXPERIMENTUM 9.

Corpus A menſæ impoſitum cadet, & corpus B in ſitu in quo repræſentatur non manebit, quia centra gravitatis illorum non ſuſtinentur. TAB. III. fig. 2.

Ex-

99. Ex hiſce ratio redditur, quare corpora quædam planis inclinatis impoſita, devolvantur, & alia ſimpliciter labantur.

EXPERIMENTUM 10.

TAB. III. fig. 4. Corpus A labitur, quia centrum gravitatis illius a plano inclinato ſuſtinetur, id eſt; linea verticalis quæ tranſit per centrum illud *c*, ſecat planum inclinatum intra corpus. Corpus vero B devolvitur, quia verticalis linea quæ tranſit per centrum gravitatis, ſecat planum inclinatum extra corpus.

100. Ex prædictis etiam ſequitur, corpus deſcendere quando gravitatis centrum deſcendit, id eſt, verſus Terræ centrum movetur.

Aliquando in illo caſu corpus adſcendere videtur, & ſæpe etiam revera adſcendit; cum vero per gravitatem omnia corpora, id eſt, illorum gravitatis centra deſcendant, ſequitur gravitate ſua corpus adſcendere videri, & revera adſcendere poſſe.

EXPERIMENTUM 11.

TAB. III. fig. 6 Rota A, cujus axis formatur ex duobus conis quorum baſes rotæ applicantur, ſi ponatur inter duo plana, quorum latera DG, FH, continuata formant Angulum FCD, baſin apice magis elevatam habentem, ab inferiori parte HG, verſus planorum partem maxime elevatam FD, movebitur.

101. Propter majorem inter plana diſtantiam in FD, rota A, cujus axis ab utraque parte eſt conus, magis deſcendit inter plana, quando verſus illam partem movetur, & ſic gravitate ſua huc fertur, modo deſcenſus ille ſuperet adſcenſum ex anguli FCD inclinatione ad horizontem.

EXPERIMENTUM 12.

TAB. III. fig. 5 Cylindrus ligneus A, intus a latere continet cylindrum plumbeum; centrum gravitatis commune illorum eſt in ſectione ad baſin parallela, cylindrum in duas partes æquales dividente, & in puncto, reſpondenti puncto baſis *c*.

Cylindrus hic utcunque poſitus, movebitur donec centrum gravitatis memoratum, ſit in infimo ad quem pervenire poteſt loco.

Si plano inclinato imponatur, in eo ſitu in quo hic delineatur; deſcendet centrum gravitatis, dum corpus juxta planum adſcendit, poſita juſta plani inclinatione.

Aſ-

Aſcenſus corporis fit per corporis rotationem verſus partem plani ſuperiorem; ſed dum ſic rotatur cavendum eſt, ne juxta planum labatur, ad quod requiritur funis, quo pro parte cylindrus circumdatur, cujus extremitas una cylindro in *f* connectitur, extremitate altera in *d* plano affixa manente.

Ulterius ex iis, quæ de centro gravitatis dicta ſunt, deduci- 101.
tur; Quod omne punctum in quocunque corpore aut machina, quod ſuſtinet centrum gravitatis alicujus ponderis, totum pondus ſuſtineat: ita ut tota vis, qua corpus terram verſus tendit, in hoc centro coacta videatur.

Experimentum 13.

Si corpus A B, cujus centrum gravitatis brachio libræ im- TAB. III. fig. 7.
ponitur, aliquo in ſitu æquiponderat cum pondere P, in omni alio ſitu, *a b*, *a b*, manente centro gravitatis C, æquiponderabit.

Ad perfectionem libræ requiritur 1. ut puncta ſuſpenſionis 102.
lancium aut ponderum ſint exacte in eadem linea cum centro libræ; 2. ut ab utraque parte exacte ab iſto centro æquidiſtent; 3. ut libræ brachia, quantum commodè fieri poteſt, ſint longa; 4. ut in motu jugi & lancium, quantum fieri poteſt, parvus ſit attritus; 5. demum ut centrum gravitatis jugi ponatur paululum infra centrum motus.

CAPUT XI.

De Vecte.

Definitio I.

Vectis à Mathematicis vocatur *linea recta inflexilis, pon-* 103.
deribus ſuſtinendis aut elevandis accommodata, ponderis TAB. IV.
vel nullius vel ſaltem æquabilis. fig. 1.

Inter Machinas, quæ ſimplices vocantur, primum locum occupat, eſt omnium ſimpliciſſima, & inſervit quando pondera ad parvam altitudinem elevanda ſunt.

Quatuor aliæ dantur Machinæ ſimplices, de quibus in tribus capitibus ſequentibus. Circa Vectem tria conſiderari debent.

1. Pondus ſuſtinendum aut elevandum P. 2. Potentia,

qua ſuſtinetur aut elevatur, quæ hic per pondus M deſignatur, & vulgo eſt actio hominis. 3. Fulcrum, id eſt, illud quo Vectis ſuſtinetur, aut ſuper quo movetur aut potius rotatur, dum ipſum immobile manet F.

104. Vectes triplicis ſunt generis.

TAB IV. fig. 1. 1. Aliquando fulcrum inter pondus & potentiam ponitur.

TAB IV. fig. 2. 2. Aliquando pondus inter fulcrum & potentiam.

TAB. IV. fig. 3. 3. Sæpe etiam ipſa potentia agit inter pondus & fulcrum.

In omnibus caſibus regulæ eædem locum habent, quæ ex iis, quæ de libra dicta ſunt *, ſequuntur, & quæ analogiam inter libram & vectem oſtendunt. Vectis primi generis eſt quaſi ſtatera Romana ad elevanda pondera accommodata.

* 88.

105. *Actio potentiæ, & ponderis reſiſtentia, creſcunt in ratione diſtantiæ à fulcro* *; ideoque *ut potentia valeat ad ſuſtinendum pondus requiritur, ut diſtantia puncti in vecte, cui applicatur, ſit ad ponderis diſtantiam, ut pondus ad potentiæ intenſitatem* *, *quæ ſi paululum adaugeatur, pondus elevabitur.*

* 88. * 90.

EXPERIMENTUM 1. 2. & 3.

TAB. IV. fig. 1. 2. & 3. Hæc regula experimentis confirmatur erga memoratos tres vectes, ut patet ex fig. 1. 2. & 3. Tab. IV.; æquilibrium enim datur, quando pondera P, & pondera M, quæ potentias repræſentant, ut & diſtantiæ à fulcro F, proportionem habent, quam numeri in figuris appoſiti. Conſtructio machinarum, quibus illa experimenta fiunt, ex ſola inſpectione tabulæ ſatis patet, & nulla ulteriori explicatione indiget.

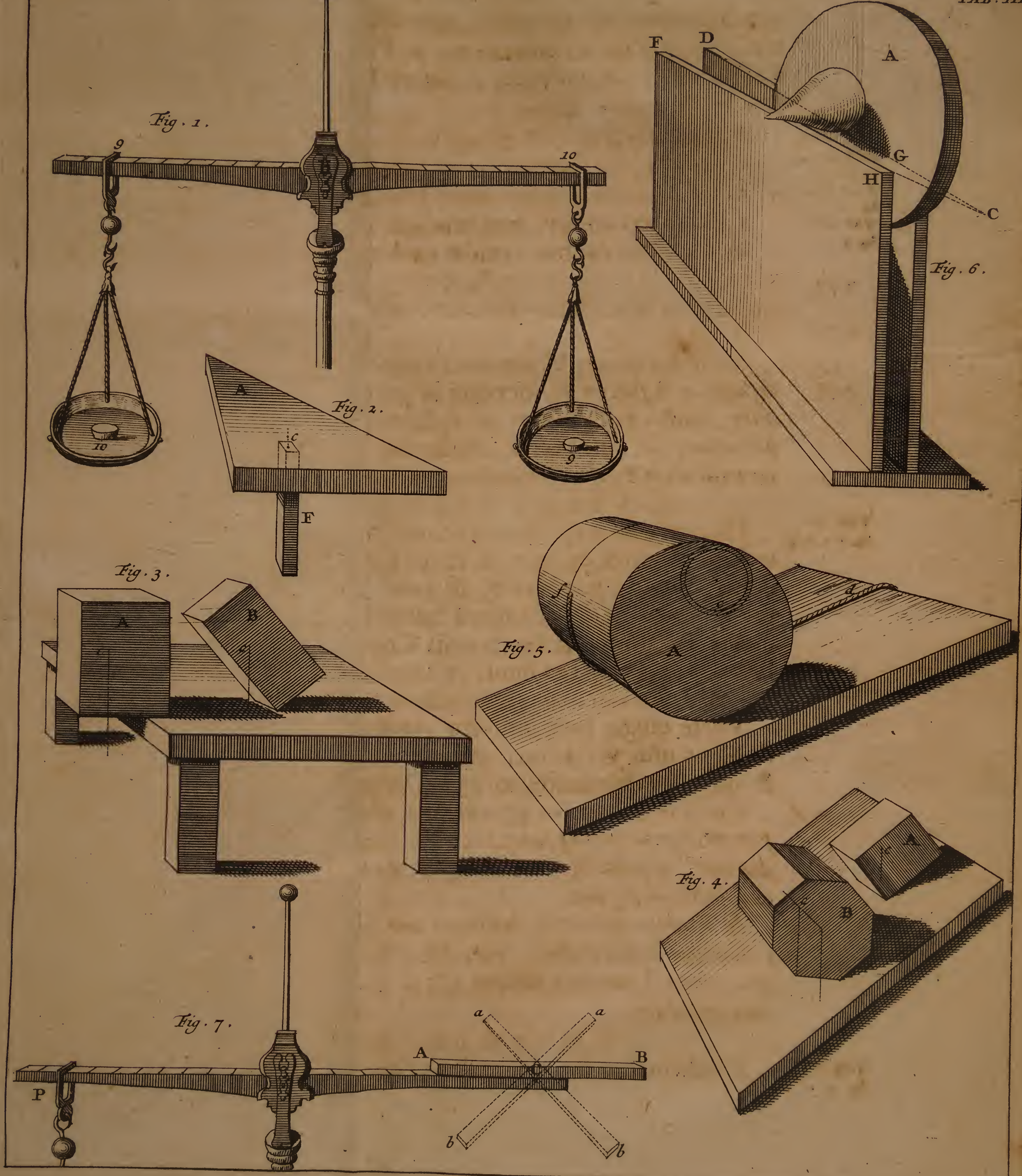
Vecte etiam ſæpe utuntur artifices ad pondera vehenda, & hujus uſus vectis varii dantur caſus digni qui notentur, & quorum demonſtratio ex dictis facile deducitur.

106. Circa omnes caſus generaliter obſervandum, *intenſitatem potentiæ, aut intenſitates potentiarum junctas, quando plurimæ dantur, æquipollere debere gravitati ponderum vehendorum, aut ſuſtinendorum.*

107. *Si duabus potentiis ſuſtineri aut vehi debeat pondus, inter potentias collocandum erit, & diſtantiæ potentiarum ab utraque parte à pondere debent eſſe in ratione inverſa potentiarum intenſitatum.*

EXPERIMENTUM 4.

TAB. IV. fig. 4. Confirmatur hæc propoſitio Experimento in Fig. IV. delineato;


Fig. 1.
9
10
10
9
Fig. 2.
A
c
F
Fig. 3.
A
B
Fig. 4.
A
B
Fig. 5.
A
Fig. 6.
F
D
A
G
H
C
Fig. 7.
a
a
A
B
P
b
b

neato, quod ulteriori explicatione non indiget.

EXPERIMENTUM 5.

Quando una potentia duo pondera ſuſtinenda ſunt, potentiam inter pondera poni neceſſe eſt, & tunc quæ ſtatim de duabus potentiis dicta ſunt, ad pondera applicari debent. Vide fig. 1. Tab. 5. 108. TAB. V. fig. 1.

Plurima pondera ſæpe una aut plurimis potentiis ſuſtinentur aut vehuntur. Ad illud notandum, *quod omnia pondera, in quocunque ſitu poſita, habeant commune centrum gravitatis*; quod centrum tale eſt, ut ſi ab utraque parte unumquodque pondus multiplicetur per ſuam diſtantiam ab iſto puncto, ſumma productorum ab utraque parte erit eadem *. 109. * 95. 94.

Potentiæ etiam utcunque diſpoſitæ commune habent gravitatis centrum; poſſunt enim per pondera repræſentari *, & hic intenſitas uniuſcujuſque potentiæ per ſuam diſtantiam à centro multiplicari debet, & ſummæ productorum tunc erunt ab utraque parte æquales: *ut potentiæ ad pondera ſuſtinenda valeant, requiritur potentiarum & ponderum idem eſſe gravitatis centrum.* * 76.

EXPERIMENTUM 6. & 7.

Ex dictis explicatio figurarum ſatis patet, in quibus C denotat centrum gravitatis & ponderum & potentiarum. TAB. V. fig. 2. & 3.

EXPERIMENTUM 8.

Prædicta etiam locum habent, ſi vectis ab utraque parte à potentiis trahatur; quod videmus in vecte, qui ab utraque parte horizontaliter trahitur, ut in Fig. 4., in quo æquilibrium non datur niſi in caſu memoratarum regularum. 110. TAB. V. fig. 4

Ad elevanda pondera etiam uti poſſumus vecte compoſito. In eo caſu loco potentiæ vectis alter applicatur priori, & huic etiam alter, & ſic ulterius ſi libuerit, ultimo tandem potentia applicatur; & tunc *hujus ratio ad pondus, quando ponderi æquipollet, componitur ex rationibus potentiarum ad pondera in ſingulis vectibus, quando ſeparatim adhibentur.* 111.

EXPERIMENTUM 9.

Tres vectes A, B, D, ita diſponuntur, ut potentiâ M pondus P ſuſtineatur. In vecte A, ſi ſolus adhiberetur, potentia eſſet ad pondus, ut 1. ad 5.; in vecte B, ut 1. ad 4.; & in vecte D, TAB. IV. fig. 5.

ut 1. ad 6. ratio ex iſtis tribus compoſita eſt 1. ad 120.; unica etiam uncia M ſuſtinet pondus P centum & viginti unciarum. Nota, in motu hujus machinæ ſpatia à potentia & pondere eodem tempore percurſa ſunt ut 120. ad 1., id eſt in ratione prædicta inverſa, quod requiritur ut detur æquilibrium *.

* 70.

CAPUT XII.

De Axe in Peritrochio & Rotis dentatis.

VEctis, ut in principio capitis præcedentis dictum, inſervit ad elevanda pondera ad parvam altitudinem; quando altitudo major eſt, Axis in Peritrochio uſu venit.

DEFINITIO.

112. Axis in Peritrochio vocatur, *rota cum axe volubilis.*

TAB. V. fig. 5. Potentia in hac machina applicatur periferiæ rotæ, cujus motu funis, cui affixum eſt pondus, axi circumvolvitur, quo pondus elevatur.

TAB. V. fig. 6. Sit *ab* rota, *de* axis, *p* pondus elevandum, *m* potentia; hujus actione moveatur rota, puncta *b* & *d* arcus ſimiles eo motu deſcribunt; arcus illi ſunt viæ percurſæ à potentia & pondere, & ſunt inter ſe ut *cb* ad *cd*, id eſt ut rotæ diameter ad axis diametrum, ex quo ſequens regula deducitur.

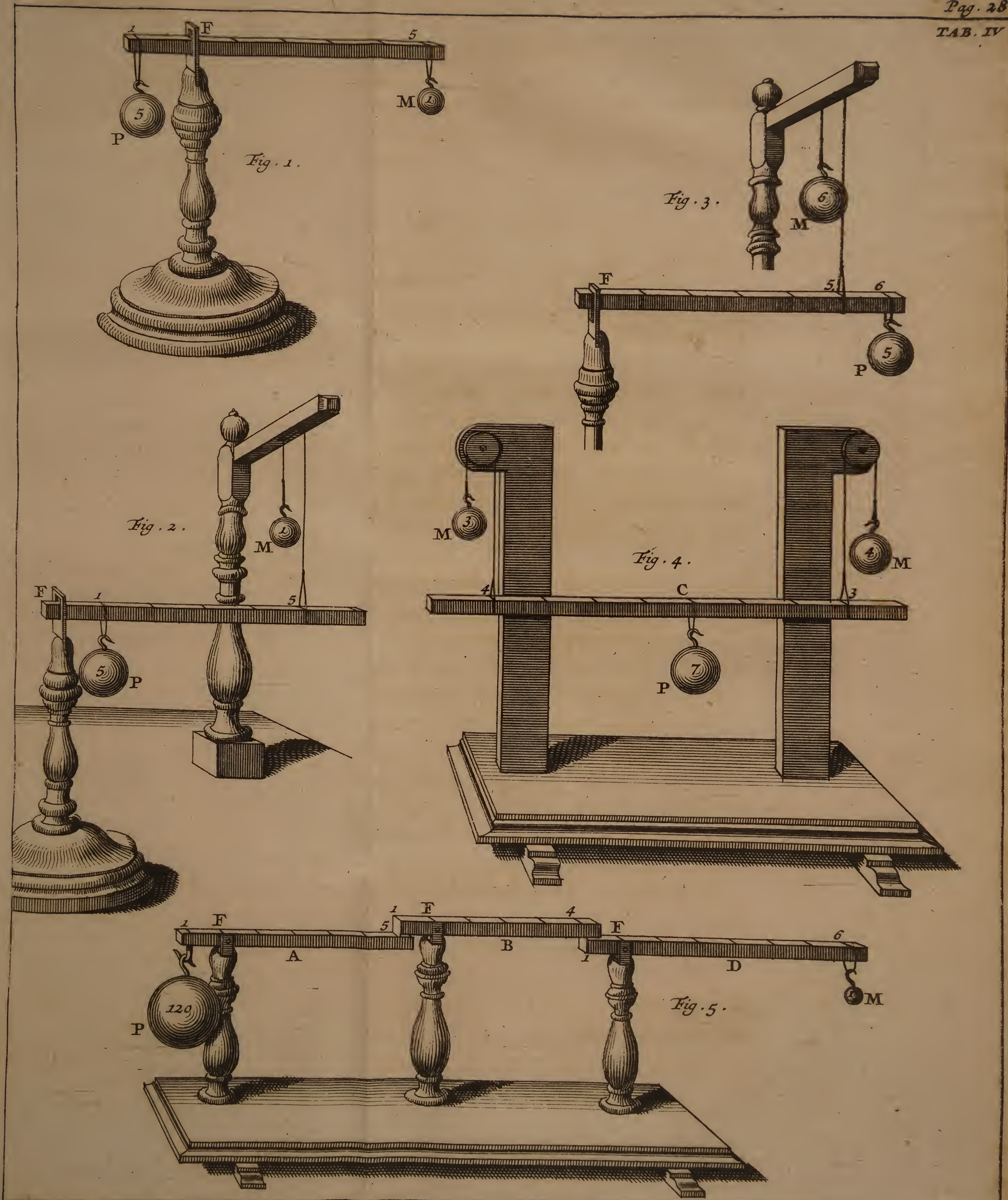
113. *Potentia eo plus valet, quo major eſt rota, & illius actio creſcit in eadem ratione cum rotæ diametro. Pondus eo minus reſiſtit, quo axis diameter minor eſt, & illius reſiſtentia in eadem ratione cum axis diametro minuitur. Et ſemper ut detur æquilibrium inter potentiam & pondus, requiritur ut rotæ diameter, ſit ad axis diametrum, in ratione inverſa potentiæ ad pondus* *.

* 70.

Notandum, axis diametro funis diametrum eſſe addendum.

EXPERIMENTUM I.

TAB. V. fig. 7. Hæc regula diverſimode confirmatur ope Machinæ hic delineatæ, in qua dantur rotæ & axes variæ magnitudinis. Quando axis diameter eſt pars duodecima rotæ diametri, ſemilibra


1
F
5
P
M
Fig. 1.
Fig. 3.
M
F
5
6
P
Fig. 2.
M.
F
1
5
P
M.
Fig. 4.
M
4
C
3
P
1
F
5
1
F
4
F
A
B
1
6
D
M
P
Fig. 5.

bra ſex libras ſuſtinet, & ſic de cæteris.

Potentia poteſt etiam ſcytalæ applicari, ut in D, & tunc diſtantia puncti, cui applicatur, à centro, pro rotæ ſemidiametro habenda eſt.

Eodem omnino cum hac Machina nituntur fundamento 114.
rotæ dentatæ; reſpectu axis in peritrochio ſunt, quod vectis compoſitus reſpectu vectis ſimplicis.

Si axis rotæ ſit dentatus, valet ad movendam rotam, cujus TAB. V. fig. 7.
periferia dentes habet, & hujus axis iterum tertiæ rotæ motum communicare poteſt, & ſic ulterius. In eo caſu

Ratio potentiæ ad pondus ut æquipolleat, eſt ratio compoſita ex ratione diametri axis ultimæ rotæ, ad diametrum primæ; & ratione circumvolutionum ultimæ rotæ, ad circumvolutiones primæ, eodem tempore.

Cujus regulæ demonſtratio etiam ex comparatione viarum percurſarum à pondere & potentia deducitur.

EXPERIMENTUM 2.

Rotæ A B potentia, quæ per pondus M repræſentatur, ap- TAB. V. fig. 7.
plicatur, pondus P axi rotæ F G; axis illius diameter eſt octava pars diametri rotæ A B, & hæc rota quinquies circumvolvitur, dum rota F G ſemel: ratio ergo potentiæ ad pondus componitur ex rationibus 1. ad 8.; & 1. ad 5.; eſt ergo ratio 1. ad 40.; ſemilibra ſuſtinet in eo caſu viginti libras.

CAPUT XIII.

De Trochlea.

MUltis in occaſionibus axis in peritrochio ad elevanda pondera inſervire nequit; trochleis in iis caſibus utendum, & Machina quæ ex iſtis formatur eſt admodum compendioſa, & facillime de loco in locum transfertur.

Quid ſit Trochlea, jam ante dictum*. * 82.

Si pondus Trochleæ conjunctum ſit, ita ut cum ea traha- 115.
tur, utraque extremitas funis ductarii ſuſtinet partem dimidiam ponderis. *Quando ergo extremitas una, unco alligata aut aliter fixa eſt, vis movens alteri extremitati applicata, quæ dimidium ponderis valet, ponderi æquipollet.*

EXPERIMENTUM I.

TAB. VI. fig. 1. Pondus P duarum librarum trochleæ conjungitur, ita tamen ut rotatio orbiculi eo non impediatur, unco funis *e f* alligatur, & altera funis extremitas *c d* circumit Trochleam fixam ad directionem mutandam *, & pondus M unius libræ huic extremitati applicatum ſuſtinet pondus P.
* 83.

116. Plurimi orbiculi utcunque conjungi poſſunt, & pondus iis annecti; ſi tunc unum extremum funis fixum ſit, & funis circumeat omnes orbiculos illos, & tot alios fixos quantum neceſſe eſt, parva potentia magnum pondus elevari poteſt; in eo caſu *quo numerus orbiculorum ponderi conjunctorum major eſt*, (fixis enim actio potentiæ non mutatur *) *eo minor potentia valet ad ſuſtinendum pondus*; *& potentia, quæ eſt ad pondus, ut unitas ad duplum numeri orbiculorum, ponderi æquipollet.*
* 83.

Ratio eſt, quod ille ſit numerus funium, quibus pondus ſuſtinetur, & unico funi potentia applicetur.

EXPERIMENTUM 2.

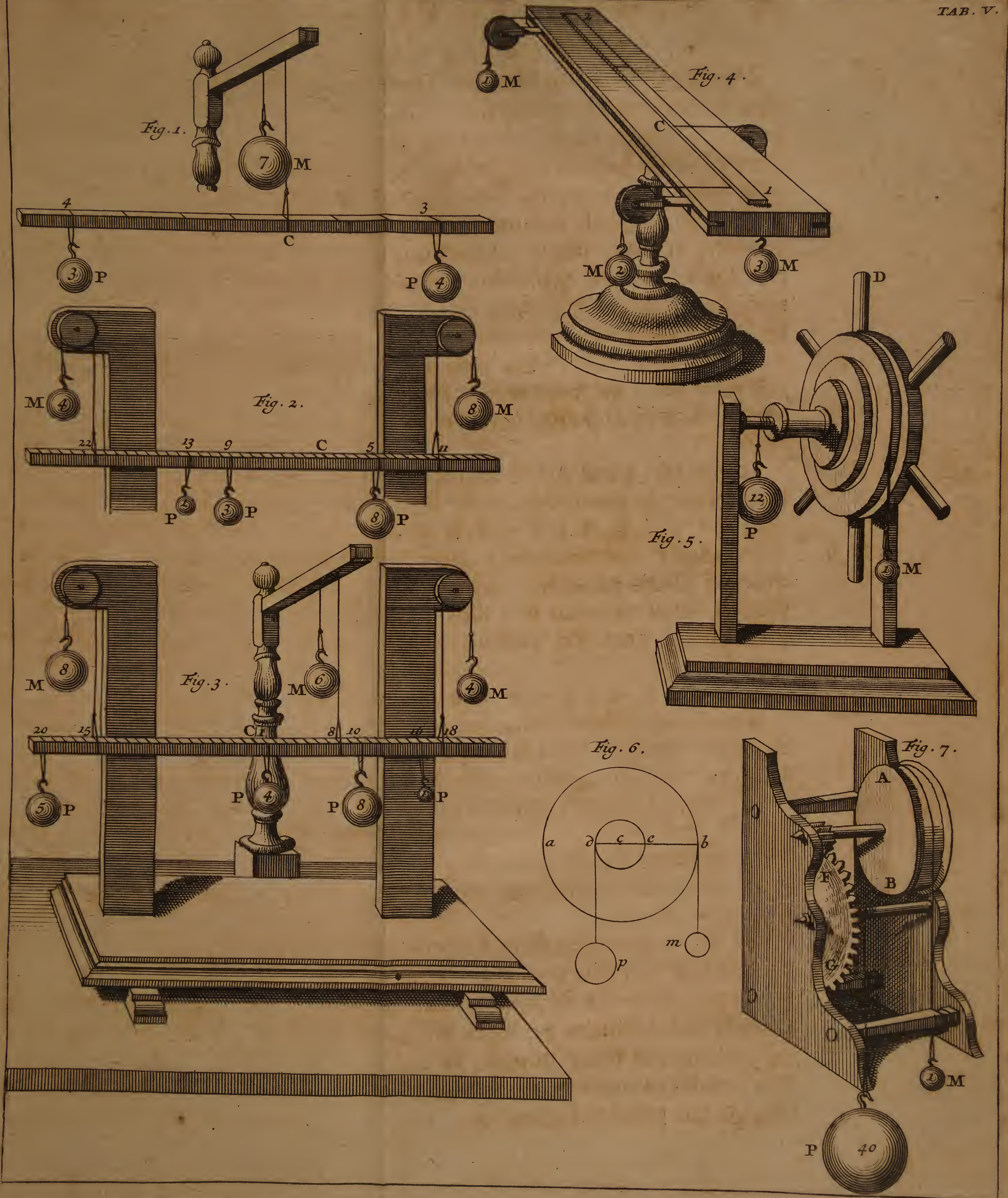
TAB. VI. fig. 2. Pondus P ſex librarum regulæ A B annectitur, in qua tres orbiculi libere rotantur. Unco extremitas una funis alligatur, & funis circumit tres illos orbiculos & totidem alios fixos; alteri extremo pondus unius libræ alligatur, & datur æquilibrium.

EXPERIMENTUM 3. & 4.

Non intereſt quomodocunque orbiculi conjungantur; ad elevanda pondera haud facile præcedens diſpoſitio adhibetur; artifices ideo inæqualibus orbiculis utuntur diſpoſitis ut in fig.
TAB. VI. fig. 3. 3.; magnitudo enim orbiculorum nihil immutat. Sæpe etiam, quæ diſpoſitio eſt omnium maxime compendioſa, orbiculi
TAB. VI. fig. 4. circa eundem axem volubiles ſunt, ut in fig. 4., & in hiſce duobus caſibus experimentum eodem modo procedit, ac in primo experimento.

TAB. VI. fig. 5. Quando extremitas funis ductarii, quæ in experimentis præcedentibus fixa eſt, annectitur ponderi aut orbiculis mobilibus, ratio potentiæ ad pondus non amplius eſt ut 1. ad duplum numeri orbiculorum ponderi affixorum; ſed unitate augeri debet numerus hicce duplus, & ſic ratio hic, ubi duo orbiculi ponderi annectuntur, eſt ut 1. ad 5. tot enim dantur funes, quibus pondus ſuſtinetur. Ex-

TAB. V.



EXPERIMENTUM 5.

Plurimi orbiculi ſeparati & mobiles, habentes unuſquiſque ſuum funem peculiarem, ſi ita diſponantur ut in Fig 1. multo magis actionem potentiæ augent. Actio enim duplicatur pro unoquoque orbiculo, ita ut pro duobus ſit quadrupla, pro tribus octupla, & ſic de cæteris. 117. TAB. VII. fig. 1.

Sæpius memorata regula, ſcilicet ſpatia percurſa à potentia & pondere, quando æquipollent, eſſe inter ſe inverſe, ut potentia ad pondus, in omnibus prædictis locum habet.

Hic ſemper funes paralleli ponuntur; quid funium obliquas diſcriminis adferat, in ſequentibus videbimus.

CAPUT XIV.

De Cuneo & Cochlea.

Ex prædictis jam ſatis patet, quomodo ope parvæ potentiæ pondus magnum ſuſtineri aut elevari poſſit; ad hoſce uſus non reſtringitur Ars Mechanica: actiones potentiarum in omni caſu augeri poſſunt; exemplum pulcherrimum ſupeditat *Cuneus*, inſtrumentum findendo ligno pluribuſque aliis uſibus inſerviens.

DEFINITIO 1.

Cuneus *eſt priſma non admodum altum, cujus baſes ſunt triangula æquicrura*; ut A. 118. TAB. VI. fig. 5.

DEFINITIO 2.

Altitudo trianguli eſt cunei altitudo; ut *db*.

DEFINITIO 3.

Trianguli baſis vocatur etiam cunei baſis; ut *ce*.

DEFINITIO 4.

Acies cunei *eſt linea recta, quæ conjungit triangulorum vertices*; ut *bf*.

Ligno findendo acies cunei applicatur, potentia eſt ictus mallei, quo cuneus in lignum intrudiur.

Quando totus cuneus intruditur, ſpatium ab illo ictu aut ictibus mallei percurſum eſt illius altitudo, quod ideo pro

ſpa-

ſpatio à potentia percurſo haberi debet; ſpatium vero, per quod lignum ab utraque parte cedit, eſt ſemibaſis cunei. Unde ſequitur,

119. *Potentiam, ſe habere ad ligni reſiſtentiam*, quando æqui-
* 79. pollet, *ut ſemibaſis cunei, ad illius altitudinem* *.

Quæ hic de ligni reſiſtentia dicuntur, ad omnes alios cunei uſus referri debent.

120. Regulæ duæ ligneæ AA, AA, in ſitu parallelo & horizon-
TAB. VI. fig. 7. tali ſuſtinentur ſuſtentaculis BB, BB.

Ab interiori parte, regulæ Æneæ CC, CC, iis annectuntur.

Inter illas cylindri duo E, E, moventur, rotando ſuper axibus chalybæis & tenuibus, quibus ſuſtinentur, & qui ab utraque parte paululum proeminent. Cylindrorum baſes ipſos cylindros ſuperant & ab exteriori parte paululum ſunt convexæ, ne cum regulis CC, CC detur attritus. In medio utriuſque regulæ AA, dantur duæ trochleæ *d*, *d*, quæ ſeſe mutuo fere tangunt, & quarum pars ſuperior cum altitudine partis ſuperioris regulæ CC, congruit.

Funis, in cujus medio pondus P appenditur, trochleis *d* & *d* circumponitur, & unaquaque extremitas axi unius cylindri E annectitur, ope parvæ laminæ Æneæ, in qua datur foramen, per quod axis tranſit. Eodem plane modo alterum pondus P funi appenditur.

Ponderibus ergo P, P, ſi fuerint æqualia, motu horizontali & axibus manentibus parallelis, ad ſe mutuo feruntur cylindri E, E.

Detur cuneus conſtans ex duobus planis ligneis F, F, quæ angulum ad libitum formant ope cochleæ *gg*.

EXPERIMENTUM.

Cylindri E, E, ſeparantur, iis interpoſito cuneo FF, qui pondere M deprimitur, & datur æquilibrium, quando pondus M, ſi ei addatur cunei pondus, ſe habet ad pondera P, P, ut ſemibaſis cunei ad illius altitudinem.

Vis, qua cylindri ad ſe mutuo feruntur & quæ ad illos ſeparandos ſuperari debet, ligni reſiſtentiæ locum occupat; vis, qua cuneus inter cylindros pellitur aut trahitur, id eſt, pon-

dus

dus cunei cum pondere M, pro mallei ictu hic adhibetur, & ſic regula præcedens ad Experimentum revocatur & eo confirmatur.

Magnam cum cuneo affinitatem habet *cochlea.* Ex duabus partibus conſtat.

Definitio 5.

Prima, quæ vocatur cochlea interior, *eſt cylindrus ad formam helicis ſulcatus*, ut AB. 121. TAB. VI. fig. 8.

Secunda, quæ vocatur cochlea exterior, & cujus figura differt pro vario uſu Machinæ, *eſt ſolidum cylindrice excavatum, cujus ſuperficies concava eodem modo ſulcata eſt, ita ut hujus eminentiæ alterius cavitatibus congruant*, ut DE.

Hæ duæ partes in ſe mutuo moveri poſſunt, quod in uſu hujus Machinæ requiritur. Inſervit præcipuæ ad comprimenda corpora, quæ jungi & firmiter connecti debent; in hac enim Machina potentia minima ad preſſionem quam arctiſſimam producendam valet. Poteſt etiam cochlea ad elevanda pondera adaptari. In unaquaque revolutione hujus Machinæ quieta una parte, altera protruditur ad diſtantiam æqualem intervallo duarum proximarum ſpiralium converſionum. Potentia ad cochleam movendam applicatur manubrio aut ſcytalæ, & tunc *potentia*, quæ reſiſtentiæ ſuperandæ æquipollet, *eſt ad reſiſtentiam; ut* prædicta *diſtantia inter duas proximas ſpiralium converſiones, ad periferiam circuli, a puncto manubrii aut ſcytalæ, cui potentia applicatur, percurſi*; via enim a puncto aut plano, quo reſiſtentia ſuperatur, percurſa, illam ad viam potentiæ rationem habet.

Hic obſervandum eſt, quando potentia ponderi æquipollet in Machina quacunque, ſi potentia parte quantumvis parva adaugeatur, illam præpollere, Machina omnium partium attritu carente; quando vero attritus datur, a potentia etiam ſuperari debet, & quantum ad illud requiritur ſuperaddi debet, quod ratiocinio Mathematico determinari non poteſt. In Machina ultimo memorata attritus admodum eſt ſenſibilis, & etiam magni uſus; nam eo Machina in ſitu ſuo ſervatur, & actione corporum quæ comprimuntur, aut gravitate ponde-

rum quæ elevantur, ceſſante actione potentiæ, motu contrario non agitatur & ad priſtinum ſitum non redit.

CAPUT XV.

De Machinis compoſitis.

* 111.
* 114. JAm vidimus, quomodo Machina ex plurimis vectibus *, aut plurimis rotis, * componi poſſit, & quomodo in iſtis machinis *potentia*, ut reſiſtentiæ æquipolleat, *ſit ad reſiſtentiam, in ratione compoſita ex omnibus rationibus, quas in ſingulis machinis potentiæ ad reſiſtentiam haberent, ſi ſeparatim adhiberentur*; hæc eadem regula in omnibus aliis machinis compoſitis obtinet.

Non modo plurimæ machinæ ejuſdem generis poſſunt jungi, ex machinis diverſis variis modis machina componi poteſt; exemplo uno & altero id ſatis patebit.

EXPERIMENTUM I.

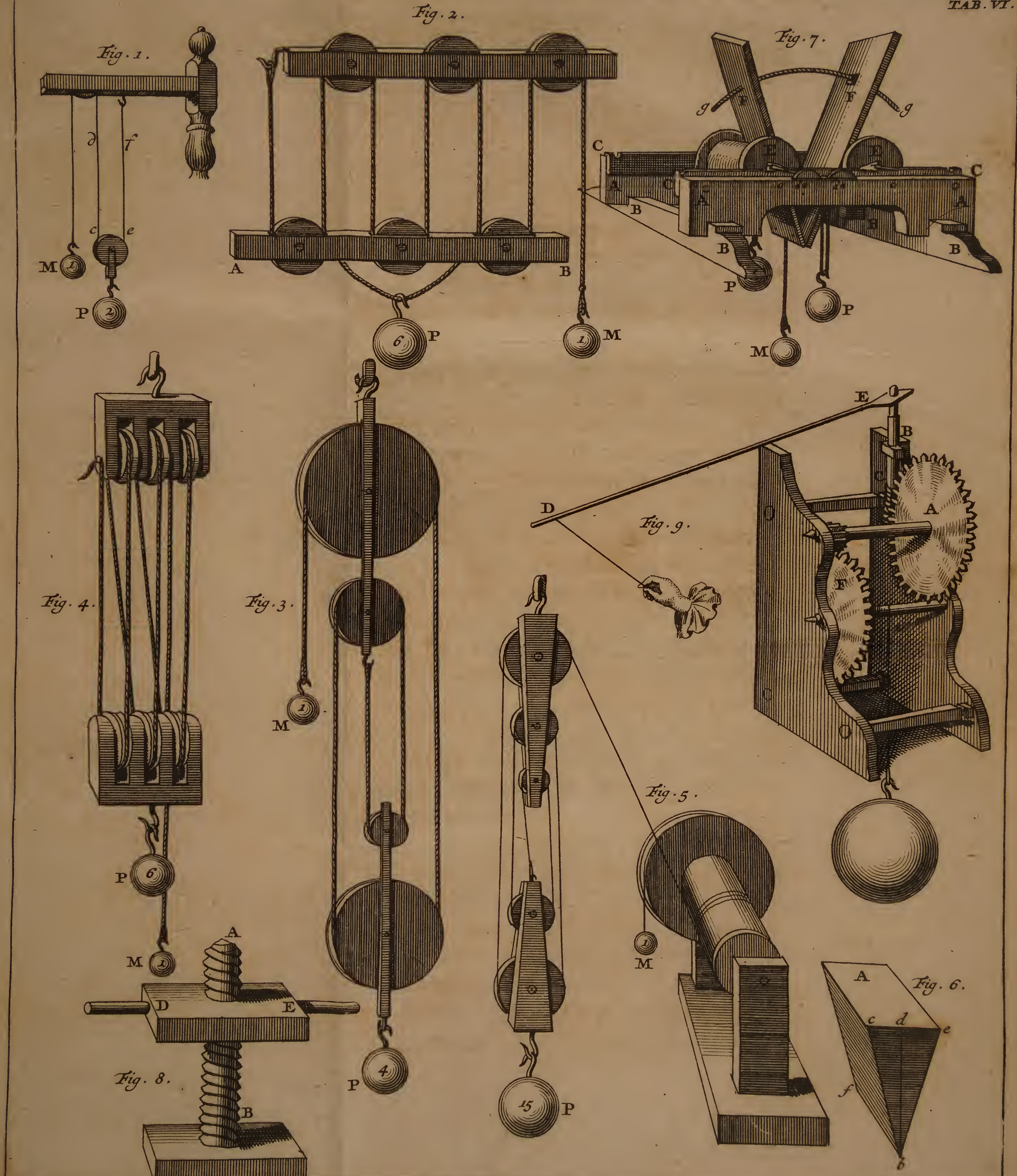
122. TAB. VI. fig. 5. Axi in peritrochio funis ductarius trochleæ jungitur, potentia rotæ applicatur, & hic ubi per trochleam quinquies vis augetur, & ubi diameter axis eſt pars tertia diametri rotæ, ratio potentiæ ad pondus componitur ex rationibus 1. ad 5.
* 116.
* 113. *, & 1. ad 3.*, eſt ergo ut 1. ad 15.; & ideo unica libra M ſuſtinet pondus P quindecim librarum.

123. TAB. VI. fig. 9. Axis in peritrochio moveri poteſt per cochleam; rota dentata ad illud requiritur, & ut dentes ſint inclinati, ut in rota A, quæ ope cochleæ B C movetur. Hoc in caſu *cochlea perpetua* dicitur, & magnopere inſervit ad potentiam minuendam; tot enim pro una rotæ revolutione cochleæ, id eſt, manubrii quo cochlea movetur, revolutiones requiruntur, quot dentes rota habet; ſi huic rotæ ulterior rota dentata addatur, potentiæ actio adhuc multo magis augetur.

EXPERIMENTUM 2.

TAB. VI. fig. 9. Machina fig. 9. conſtat ex duabus rotis & cochlea perpetua, quæ manubrio D E movetur. Hic ratio potentiæ ad pondus quando æquipollet, componitur ex ratione ſemidiametri axis ultimæ rotæ F, ad manubrii longitudinem D E, & ratione

TAB. VI.



ratione revolutionum hujus rotæ, ad manubrii aut cochleæ revolutiones; prima ratio in hac Machina eſt 1. ad 30.; ſecunda ex numero dentium colligitur, rota ultima F habet in periferia dentes 35., axis primæ rotæ A continet dentes 7., quinquies ergo prima rota revolvitur, dum ſecunda ſemel; hæc vero prima continet dentes 36., totidem igitur revolutiones peragit cochlea, dum hæc rota ſemel revolvitur*: ratio ex hiſce duabus compoſita eſt, 1. ad 180., quæ eſt ſecunda ratio quæſita; & ratio ex hac & prima 1. ad 30. compoſita, eſt ratio 1. ad 5400., quæ eſſet ratio potentiæ ad pondus, ſi nullus daretur attritus, qui cum in omnibus hiſce machinis non ſit contemnendus, ſatis ſenſibiliter potentia, antequam pondus ſuperet, adaugeri debet; potentia tamen minima pondus maximum elevatur: longitudo ſcytalæ ED duplicari aut etiam ulterius augeri poteſt, quo actio potentiæ duplicatur, aut magis augetur; in eo caſu capillo tenuiſſimo homo fortis ſuperatur. *123.

Innumeræ aliæ Machinæ compoſitæ conſtrui poſſunt, quarum vires eodem modo computatione determinantur per regulam initio hujus capitis memoratam, aut etiam per comparationem viæ percurſæ a potentia cum via a pondere, aut alio quocumque impedimento, percurſa; harum enim ratio eſt ratio inverſa potentiæ & ponderis aut impedimenti.

Vires, quæ contrarie agentes æquipollent, ſemper ſunt æquales; ſi ergo potentia intenſitate minor eſt impedimento, reſpectu viæ percurſæ illud ſuperare debet, & quidem toties quoties ab illo intenſitate ſuperatur; nullo enim alio reſpectu vires differre poſſunt, etiam nulla alia compenſatio dari poteſt.

CAPUT XVI.

De Naturæ legibus Newtonianis.

In iis, quæ de Machinis dicta ſunt, actiones potentiarum & ponderum continuo in obſtacula agentium, & alias reſiſtentias conſideravimus; nunc corpora ſibi permiſſa & in motu continuantia aut libere cadentia examinanda veniunt, &

 hic

hic ut in omnibus Phyſicis ex Phænomenis ratiocinandum eſt; & ex iis naturæ leges deduci debent.

Tres a Newtono traduntur, quibus omnia quæ ad motum pertinent explicari poſſe credimus.

LEX I.

124. *Corpus omne perſeverat in ſtatu ſuo quieſcendi vel movendi uniformiter in directum, niſi quatenus a viribus impreſſis cogitur ſtatum illum mutare.*

Videmus corpus ſua natura eſſe iners & incapax ſeſe movendi, unde niſi cauſa extranea moveatur, in quiete ſemper neceſſario manet.

Corpus etiam ſemel motum in motu ſecundum eandem rectam lineam eadem cum velocitate continuare quotidianis Experimentis pleniſſime conſtat; nullam enim unquam mutationem in motu fieri videmus niſi aliqua ex cauſa; quomodo vero, cum motus ſit continua loci mutatio, mutatio ſecundi momenti ex mutatione primi momenti ſequatur; & quænam ſit cauſa continuationis motus, mihi omnino ignotum videtur; cum autem Phænomenon certum ſit, pro naturæ lege habendum eſt.

LEX II.

125. *Mutatio motus eſt ſemper proportionalis vi motrici impreſſæ, & fit ſemper ſecundum rectam lineam, qua vis illa imprimitur.*

Quando corpori moto alia ſuperadditur vis, ad illud movendum in eadem directione, motus celerior fit, & quidem
* 58. pro ratione novæ impreſſionis *.

Quando nova impreſſio motui corporis contraria eſt, retardatio ſequitur proportionem impreſſionis, ita ut vis dupla aut tripla, &c. producat retardationem duplam aut triplam.

Et in genere omnes vires producunt mutationes in motu ſecundum directiones ſuas & pro magnitudinibus ſuis; aliæ actiones virium contradictionem involvunt; illud clarius patebit per Experimenta, in ſequentibus circa vires obliquas memoranda.

LEX.

Lex III.

Actioni contraria ſemper & æqualis eſt reactio; ſive corporum duorum actiones in ſe mutuo ſemper ſunt æquales, & in partes contrarias diriguntur. 126.

Quomodocunque corpus in aliud agat, ipſum reactionem æqualem & contrariam pati ſemper videmus. Digito lapidem premo, premitur æqualiter digitus a lapide. Currum equus protrahit, a curru æqualiter retrotrahitur; lora enim æqualiter verſus utramque partem diſtenduntur.

Corpus in aliud impingitur, quæcumque ſit impreſſio, utrumque æqualem patitur; impreſſiones vero contrariæ ſunt: illud pleniſſime confirmatur per Experimenta circa colliſiones corporum.

Magnes ferrum ad ſe trahit, trahitur æqualiter a ferro.

Experimentum.

Suſpenditur magnes M, ita ut facillime moveri poſſit, & ferro admoto ad certam diſtantiam, accedit magnes ad ferrum; & hoc retrahendo, antequam magnes ad hoc pervenerit, magnes ferrum ſequitur; eodem omnino modo, ac ferrum ad magnetem accedit, & hunc ſequitur, quando illud ſuſpenditur, & magnes admovetur. Tab. VII. fig. 2.

Sedet quis in cymba, cymbam aliam æqualem, & æqualiter onuſtam, fune trahit; ambæ cymbæ æqualiter moventur, & in medio diſtantiæ primæ concurrunt: ſi una cymba altera ſit major, aut magis onuſta, pro diverſis quantitatibus materiæ in ſingulis celeritates erunt diverſæ, quantitates vero motus æquales ab utraque parte, ſepoſita aquæ reſiſtentia.

Et hæc eadem lex generaliter in omnibus corporum actionibus in alia corpora locum habet.

Caput XVII.

De Acceleratione & Retardatione Gravium.

Definitio 8.

Motus acceleratus, *eſt cujus celeritas omnibus momentis major fit.* 127.

DEFINITIO 2.

128. Motus retardatus, *eſt cujus celeritas omnibus momentis minuitur.*

Vis gravitatis in omnia corpora pro quantitate materiæ
* 79. continuo agit *; quando corpus libere cadit, impreſſio primi momenti in ſecundo momento non deſtruitur; ergo ei ſuperadditur impreſſio ſecundi momenti, & ſic de cæteris;
129. *motus* igitur *corporis libere cadentis eſt acceleratus*, & quidem *æquabiliter in temporibus æqualibus*; quia vis gravitatis
* 75. omnibus momentis eodem modo agit *, & ideo celeritatem æqualem, in momentis æqualibus, corpori communicat.
130. Unde illa *celeritas, inter cadendum acquiſita, ſemper eſt ut tempus, in quo corpus cecidit.* Velocitas ex. gr. in certo tempore acquiſita erit dupla, ſi tempus fuerit duplum; & tripla, ſi tempus triplum, &c.

TAB. VII. fig. 3. Deſignetur illud tempus per lineam AB, & initium temporis ſit A. In triangulo A B E, lineæ 1f, 2g, 3h, quæ parallelæ ad baſin, per puncta 1, 2, 3, ducuntur, ſunt inter ſe ut illarum diſtantiæ ab A, A1, A2, A3; id eſt, ut tempora quæ per illas diſtantias deſignantur; & velocitates corporis libere cadentis poſt illa tempora denotant. Si pro lineis Mathematicis aliæ adhibeantur cum minima latitudine, unicuique æquali, non eo mutatur proportio; & hæ minimæ ſuperficies æque prædictas velocitates denotant. In tempore minimo velocitas pro æquabili haberi poteſt, & ideo ſpatium in eo tem-
* 53. pore percurſum velocitati proportionale eſt *. In unaquaque minima ſuperficie memorata, ſi latitudo ſuperficiei pro tempore habeatur, ſuperficies ipſa ſpatium percurſum deſignabit. Totum tempus AB conſtat ex talibus temporibus minimis; & area trianguli ABE formatur ex ſumma omnium ſuperficierum minimarum hiſce temporibus minimis reſpondentium: area ergo hæc ſpatium tempore AB percurſum deſignat. Eodem modo area trianguli A1f repræſentat ſpatium tempore A1. percurſum; triangula hæc ſunt ſimilia, & areæ illorum ſunt inter ſe ut quadrata laterum AB, A1., id
131. eſt, *ſpatia ab initio caſus percurſa ſunt inter ſe, ut quadrata temporum per quæ corpus cecidit.*

Sequenti Machina ad Experimentum propoſitio hæc revocatur.

Libra AB, unica lance inſtructa, exacte eſt in æquilibrio; quando pondus lanci imponitur, gnomon ferreus ſuſtinet brachium A, & ſitus horizontalis libræ ſervatur. 132. TAB. VII. fig. 4.

Gnomoni huic in *f* annectitur lamina elaſtica tenuis *fg*, quæ extenſa ad *i* pertingit, ubi extremitas *g* retinetur ope laminæ minimæ *i*, quæ cum brachio A cohæret. Motus minimus liberæ eo fit ſenſibilis, lamina *fg* in eo caſu libera manente, & ad figuram *fg* redeunte.

In extremitate brachii B datur foramen, per quod filum unco D ſuſpenſum liberrime tranſit; filum hocce in ſitu verticali retinetur appenſo pondere N.

Pondus M eſt perforatum, & filum ſtatim memoratum per illud immititur; in Experimentis pondus M juxta illud filum in altum tollitur, & cadendo ſemper in idem punctum brachii B impingit.

Experimentum.

Lanci imponitur pondus P unius libræ; & corpus M, cadens ab altitudine trium pollicum, movet *libram*. Quando pondus P eſt duarum librarum, ab eodem corpore, cadente ab altitudine duodecim pollicum, *libra* movetur. Pondere vero P trium librarum lanci impoſito, requiritur altitudo viginti ſeptem pollicum ad *libram* movendam. Et in iſtis omnibus caſibus, ſi altitudo, a qua corpus M cadit, paululum minuatur, lanx cum pondere impoſito non movetur.

In hoc Experimento pondus, lanci impoſitum, & ictu corporis elevatum, proportionale eſt ictui; ictus proportionem ſequitur quantitatis motus in corpore; quantitas illa, quia agitur de eodem corpore, proportionalis eſt celeritati *; * 63. & tandem celeritas illa hic proportionalis eſt tempori caſus *: ergo & pondera prædicta eandem temporis proportionem ſequuntur. * 130. Pondera hic ſunt ut numeri naturales 1. 2. 3.; ergo & tempora: ſpatia vero illis temporibus cadendo percurſa, ſunt ut 3. 12. 27., aut ut 1. 4. 9.; qui numeri ſunt quadrata prædictorum.

Di-

133. Diviſo tempore A B in partes aquales, A 1, 1. 2, 2. 3., 3. B; ducantur per diviſiones lineæ ad baſin parallelæ; *ſpatia percurſa* in illis partibus temporis, id eſt, *in primo, ſecundo, tertio, &c. momento, poſitis momentis æqualibus*, ſunt inter ſe ut areæ A 1*f*, 1*fg*2, 2*gh*3, 3*h*E B; quæ areæ, ut ex inſpectione figuræ patet, *ſunt inter ſe ut numeri impares* 1. 3. 7. 9.

TAB. VII. fig. 3.

Si corpus, poſtquam cecidit per tempus AB, non amplius acceleretur, ſed celeritate B E, eo caſu acquiſita, uniformiter motum continuet, per tempus æquale B C, ſpatium eo motu percurſum deſignatur per aream B E D C, duplam areæ trianguli A B E; & ideo

134. *Corpus ab altitudine quacunque libere cadens, ea cum celeritate, quam cadendo acquiſivit, in tempore æquali tempori caſus, motu æquabili, ſpatium duplum prædictæ altitudinis percurret.*

Quæ propoſitio in ſequentibus etiam Experimento confir-
* 211. matur.*

Motus corporis in altum projecti eodem modo retardatur, quum corporis cadentis motus acceleratur, per legem
* 125. 2,*; in hoc caſu vis gravitatis cum motu acquiſito conſpirat, in illo contrarie agit; cum vero vis gravitatis omnibus
135. momentis æqualis ſit, *motus corporis projecti in altum, æqualibus temporibus, æqualiter minuitur, aut retardatur.*

Vis eadem gravitatis generat motum in corpore cadente, & deſtruit in corpore adſcendente; æqualibus ergo tem-
136. poribus vires eædem generantur, & deſtruuntur. *Corpus in altum projectum* adſcendit, donec totum motum amiſerit; & ſic *adſcendit per tempus, in quo corpus cadendo poteſt acquirere velocitatem, æqualem velocitati cum qua in altum projicitur.*

TAB. VII. fig. 5.

Projiciatur corpus cum velocitate acquiſita cadendo per
* 136. lineam BC, adſcendet per tempus æquale tempori caſus *, &
motu æquabili, in illo tempore, perveniret ad altitudinem
* 134 CA, ipſius BC duplam *; in illo vero eodem tempore, vi gravitatis, corpus percurrit ſpatium æquale ſpatio A B aut B C. Cum hæc duo hic ſimul locum habeant, & motus hi contra-

rie

rie agant, minor e majori ſubtrahi debet; eſt ergo corpus poſt finem adſcenſus in B. Unde ſequitur, *corpus in al-* 137.
tum projectum adſcendere ad eandem altitudinem, a qua ca-
dendo poteſt acquirere velocitatem, cum qua projicitur. Et 138.
ita, *altitudines, ad quas corpora cum diverſis velocitatibus projecta poſſunt adſcendere, ſunt inter ſe ut quadrata illarum velocitatum* *. *131.130.

CAPUT XVIII.

De deſcenſu Gravium ſuper plano inclinato.

DEFINITIO 1.

PLanum inclinatum *vocatur, quod cum horizonte efficit angulum obliquum.* 139

CB repræſentat lineam horizonti parallelam, AB cum illa efficit angulum obliquum ABC, & repræſentat planum inclinatum; ab extremitate ſuperiori A plani ad horizontem dimittitur perpendicularis linea AC. TAB. VII. fig. 6.

DEFINITIO 2.

Longitudo AB, *vocatur* longitudo plani. 140.

DEFINITIO 3.

Linea AC, *vocatur* altitudo plani. 141.

Deſcendant vi gravitatis a puncto A corpora duo æqualia, unum per lineam AB, alterum per lineam AC; quando pervenerunt ad puncta B & C, æqualiter deſcenderunt, id eſt, æqualiter acceſſerunt ad terræ centrum: vires ergo quibus pelluntur, cum dirigantur verſus terræ centrum, ſunt æquales; intenſitates autem virium æqualium ſunt reciprocæ, ut ſpatia percurſa *; & ita hic intenſitas vis, qua corpus pellitur per planum inclinatum, eſt ad intenſitatem illius, qua directe verſus terræ centrum pellitur, ut AC ad AB. *70.
Corpus igitur *plano inclinato impoſitum amittit partem gravitatis; & pondus ad hoc ſuſtinendum eſt ad pondus corporis, ut plani altitudo ad illius longitudinem.* 142.

Planum NOQL in ſitu ponitur horizontali; planum ABIH circa cardines volvitur, & ad quamcunque inclinationem con- 143. TAB. VII. fig. 7.

 ſti-

ſtituitur, ope cochleæ V & quadrantis circuli *t*.

Regula lignea EF extremitati uni trochleam connexam habet G; circa alteram revolvitur; caputque D, in quo movetur, ubique in ſciſſura *r s*, cum plano NOQL connectitur, per cochleam infra planum.

M eſt cylindrus ligneus, cujus axis eſt chalybeus, & cujus baſes cylindrum paululum excedunt; ita ut in revolutione ſuper plano ABIH baſes ſolæ planum tangant.

Suſtinetur cylindrus filo tranſeunte ſuper trochlea G; quod filum annectitur regulæ tenui æneæ, ita inflexæ, ut per ejus extremitates axis cylindri tranſeat, & rotetur.

In Experimentis ita diſponitur trochlea, inclinando regulam EF, & movendo caput D per ſciſſuram *r s*; ut filum, quo cylindrus ſuſtinetur, ſit parallelum plano inclinato ABIH.

EXPERIMENTUM I.

Inclinetur utcumque planum ABIH, pondus corporis M eam habet rationem ad pondus P, quam longitudo plani AB ad illius altitudinem AC; & pondere P corpus M ſuſtinetur ſuper plano inclinato, ubicunque ponatur.

Vis, qua corpus ad deſcendendum ſuper plano inclinato pellitur, cum ex gravitate oriatur, ejuſdem eſt naturæ cum gravitate; & ideo illa vis, omnibus momentis, & in omni-
* 75. bus plani partibus, æqualis eſt *: eadem de cauſa *motus cor-*
144. *poris, ſuper plano libere devolventis*, ejuſdem eſt naturæ cum motu corporis libere cadentis; & quæ de hoc dicta ſunt, de illo etiam affirmari poſſunt. *Eſt* igitur *motus æqua-*
* 129. *biliter acceleratus in temporibus æqualibus*; * & ita propo-
145. ſitiones num. 130. 131. 133. 134. 135. 136. 137. & 138. ſi pro deſcenſu, & adſcenſu directo, motus ſuper plano inclinato ponatur, hic etiam locum habent.

146. Vires, *quibus corpora duo deſcendunt, quorum unum libere cadit, & alterum ſuper plano inclinato devolvitur, ſi eodem tempore cadere incipiant*, ſunt ſemper in eadem ratione quam
*129.144. in principio caſus *; effectus ergo illarum virium, id eſt, *ſpatia eodem tempore percurſa*, *ſunt in* eadem *ratione*; *ſcil.*
* 142. *longitudinis plani ad illius altitudinem* *.

TAB. VII. fig. 8. In plano AB ſpatium a corpore percurſum, dum aliud libere

bere cadit per altitudinem plani A C, determinatur, ducendo ad AB perpendicularem C G: tunc enim longitudo plani A B eſt ad illius altitudinem AC, ut A C ad AG. Si circulus deſcribatur diametro AC, punctum G erit in peripheria circuli; quia angulus in ſemicirculo, ut A G C, ſemper eſt rectus; & ideo punctum ut G, pro plano utcunque inclinato, ſemper eſt in eadem illa peripheria: unde ſequitur, chordas omnes, ut AG, percurri a corporibus ſuper illis devolventibus, in tempore in quo corpus, libere cadendo, poteſt percurrere diametrum AC; & ita tempora devolutionum per illas chordas ſunt æqualia. Per punctum C nulla poteſt duci chorda ut H C, quin detur per A chorda ut A G ei parallela, id eſt, æqualiter inclinata, & æqualis; igitur *in ſemi-* 147.
circulo ut A H C, *ſive corpus libere cadat per diametrum* AC, *ſive deſcendat per chordam* HC *quamcunque, eodem tempore, ad punctum infimum ſemicirculi perveniet.*

Tempus devolutionis per totum planum A B poteſt conferri cum tempore deſcenſus per altitudinem A C; nam hocce tempus eſt æquale tempori devolutionis per A G; & ſic quadrata illorum temporum ſunt inter ſe ut A B ad A G *: *145. 131.
ſed A B eſt ad A C, ut AC ad AG: quadrata igitur linearum A B & AC ſunt inter ſe, ut AB ad AG; & ideo iſtæ *lineæ* 148.
AB & AC *ſunt interſe, ut tempora deſcenſus per* A B, & AG, *aut* AC, *id eſt, tempora, in eo caſu, ſunt ut ſpatia percurſa.*

In eodem caſu velocitates in fine deſcenſus ſunt æquales; nam 149.
poſt tempora æqualia, quando corpora ſunt in G & C, velocitates ſunt in eadem ratione quam in principio caſus*; id eſt, ut vires, *129. 144.
quibus corpora pelluntur, vel ut A C ad AB *. Quando corpus * 142.
deſcendit a G ad B, creſcit velocitas ut tempus; & velocitas in G eſt ad velocitatem in B, ut A C ad AB *: veloci- * 148.
tates ergo in B & C eandem rationem habent ad velocitatem in G, & ſunt æquales. Ex hiſce deducimus *corpus* 150.
eandem acquirere velocitatem, cadendo a certa altitudine, ſive directe cadat, ſive per planum inclinatum devolvatur; &, cum angulus inclinationis nullam adferat mutationem, *poteſt corpus devolvi per plurima plana varie inclinata*,

& etiam per curvam, (quæ ut ex innumeris planis diverſe inclinatis concinnata conſiderari poteſt) *& celeritas ſemper erit eadem, quando altitudo eſt æqualis.*

EXPERIMENTUM 2.

In hoc Experimento notandum, corpus filo ſuſpenſum, & cadendo curvam deſcribens, eodem modo cadere ac ſi eandem curvam, in plano excavatam, ſine attritu percurreret.
TAB. VII. fig. 9. Corpus P filo ſuſpenſum cadat ab altitudine AC, per curvam BC, & per curvam DC, & per curvam EFGC, ex portionibus variorum circulorum formatam, & in omni caſu, eadem cum vi, in corpus Q quietum impingit; illudque ſemper ad eandem altitudinem propellit.

151. *Corpus ea cum celeritate, quam cadendo per ſuperficiem quancunque, ſive planam, ſive curvam, acquiſivit, per aliam ſuperficiem ſimilem ad eandem altitudinem, eodem tempore, adſcendere poteſt.*

152. *Corpus ea cum celeritate, quam cadendo a certa altitudine acquiſivit, ad eandem altitudinem per curvam quamcunque adſcendere poteſt.*

EXPERIMENTUM 3.

TAB. VIII. fig. 1. Corpus P filo ſuſpenſum cadat ab altitudine AC, per curvam quamcunque BC; celeritate eo acquiſita adſcendet ad ad eandem altitudinem verſùs aliam partem, per curvas CD, aut CE, aut CHGF.

CAPUT XIX.

De Oſcillatione pendulorum.

DEFINITIO.

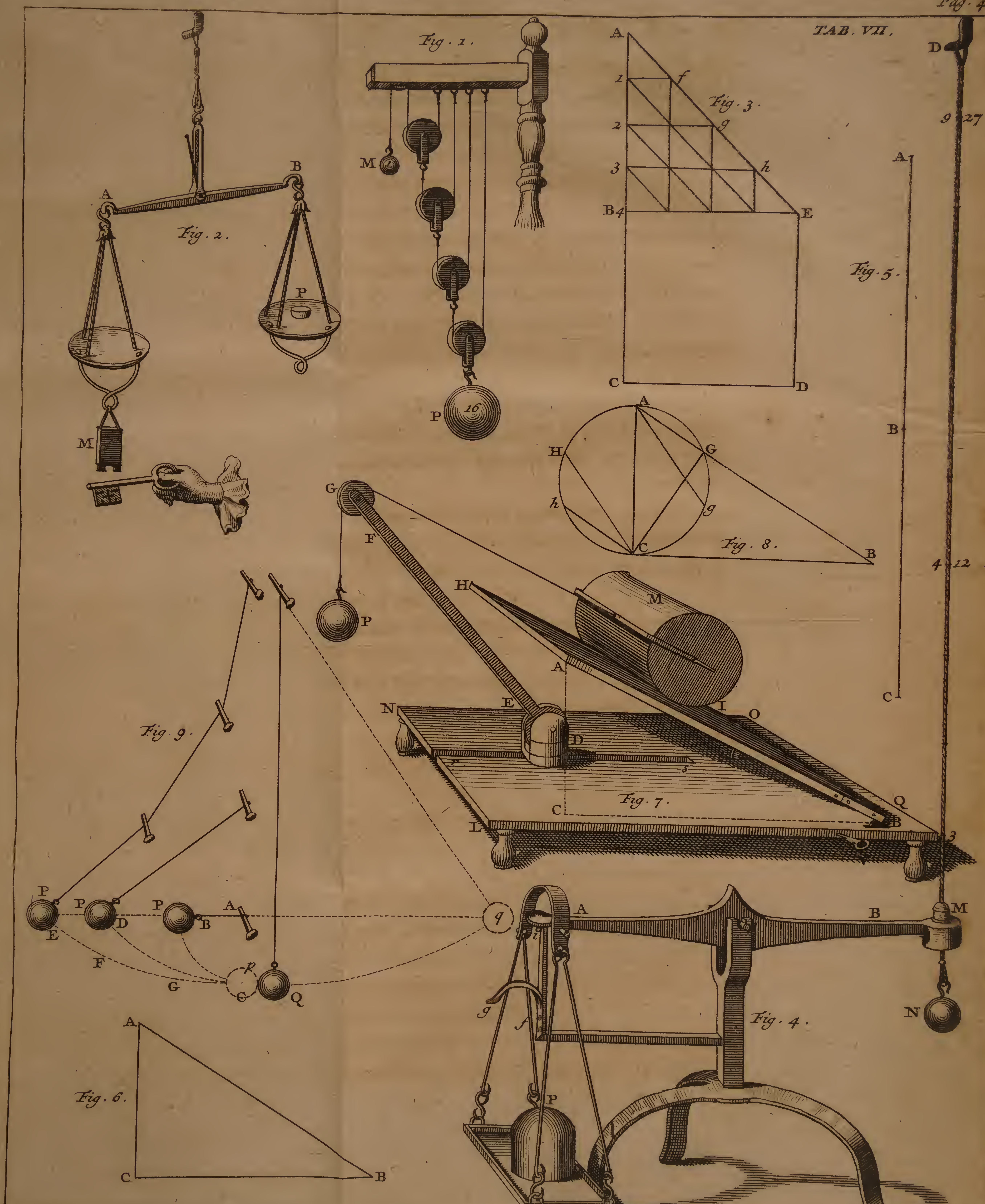
153. GRave, *filo tenuiſſimo ſuſpenſum, & cum filo, circa fili punctum fixum, mobile, vocatur* Pendulum.

Motus penduli eſt vibratorius, ſeu oſcillatorius.

Quando pondus, filo extenſo, ab una parte elevatur, gravitate deſcendit, & celeritate acquiſita ad eandem altitudinem verſùs aliam partem adſcendit *; gravitate deinde itrerum redit, & ſic vibrationes continuat.

* 151.

Ro-


TAB. VII.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
16
9 27
4 12

Rotationem circa punctum ſuſpenſionis liberrimam hic ponimus, & nullam dari aëris reſiſtentiam; quæ in majoribus pendulis admodum eſt exigua.

In motu ſuo corpus P deſcribit portionem circuli PBF; *ſi* loco illius motus *corpus* deſcenderet per chordam PB, & iterum adſcenderet per chordam BF, & ſic *vibrationes ſuas per chordas perageret*; deſcenſus fieret in tempore, in quo corpus cadendo poteſt percurrere diametrum AB *; id eſt, longitudinem duplam longitudinis penduli: in tempore æquali, adſcendit per chordam BF *; *in tempore* ergo *integræ vibrationis*, *corpus cadendo poſſet percurrere* quatuor diametros *; id eſt, *longitudinem octuplam longitudinis penduli.* Cumque deſcenſus & adſcenſus per omnes chordas fiat in tempore æquali, omnes vibrationes per chordas, ſive magnas, ſive exiguas, ſunt æquè diuturnæ. In vibrationibus exiguis, arcus circuli a chordis ſenſibiliter non differunt; & *ejuſdem penduli vibrationes exiguæ, licèt inæquales, ad ſenſum ſunt æquè diuturnæ.*

TAB. VIII. fig. 2. 154.

* 147. * 151. * 131.

155.

EXPERIMENTUM I.

Pendula duo CP & *cp* æqualia, ſi a punctis P & *p* eodem temporis momento dimittantur, eodem tempore pervenient in B & *b*, & deinde in F & *f*; & ſic motum continuabunt per arcus PBF & *pbf*, ſemper in eodem tempore.

TAB. VIII. fig. 4.

Hic notandum, licèt propoſitio n. 155. vera ſit pro omnibus pendulis, demonſtrationem datam niſi in brevioribus pendulis locum non habere; in longioribus tempus deſcenſus per chordam, a tempore per ejuſdem chordæ arcum, ſatis ſenſibiliter differt: ſed in arcubus exiguis differentiæ ſunt æquales, reſpectu chordarum diverſæ longitudinis.

Rotetur circulus FB ſuper linea AD, donec punctum B in A ad lineam hanc perveniat; hoc motu punctum B deſcribit curvæ portionem BPA: eodem modo ſimilis curvæ portio BD deſcribitur, totaque curva ABD vocatur *Cycloïs*. Dividatur in duas partes æquales in B, portioneſque BA & BD diſponantur, ut puncta A & D jungantur in C; punctum vero B cum punctis A & D lineæ AD coïncidat. Juxta harum portionum curva-

TAB. VIII. fig. 3.

turam laminæ metallicæ inflectantur, ita ut filum penduli in C ſuſpenſi, motu ſuo vibratorio, ab utraque parte ſeſe laminis iſtis applicet, & eandem curvaturam cum iſtis adipiſcatur. Nunc poſita longitudine penduli CB, corpus P in vibrationibus ſuis deſcribet cycloïn ABD.

156. Hujus curvæ hæc eſt proprietas, quod in quocunque puncto corpus P ponatur, vis, cum qua pondere ſuo juxta curvam fertur, ſit proportionalis portioni curvæ inter hocce punctum & curvæ punctum infimum B. Unde ſequitur, ſi duo pendula ut CP ab altitudinibus diverſis, eodem momento, dimittantur, celeritates, quibus cadere incipiunt, eſſe inter ſe, ut ſpatia percurrenda, antequam ad B perveniant: ſi ergo iſtis viribus ſolis, motu non accelerato, agitarentur, eodem temporis momento ad B pervenirent *; eodem
*53. modo viribus ſecundo momento acquiſitis, etiam ad B eodem momento pertingunt; idemque ratiocinium pro momentis ſequentibus procedit; & ſemi-vibrationes ex omnibus viribus junctis utcunque inæquales, ut & vibrationes integræ, iiſdem temporibus peraguntur.

157. Demonſtratur ulterius a Geometris, *tempus uniuscujuſque vibrationis eſſe ad tempus caſus verticalis, per ſemi-longitudinem penduli, ut peripheria circuli, ad diametrum.* In hac curva pars infima cum circuli arcu exiguo ad ſenſum coïncidit; & hæc eſt vera ratio, quare in circulo tempora vibrationum exiguarum, utcunque inæqualium, ſint æqualia; ideo etiam duratio illarum vibrationum habet ad tempus caſus verticalis rationem ſtatim memoratam.

158. Durationes *vibrationum pendulorum inæqualium* poſſunt inter ſe comparari. Quando arcus ſunt ſimiles, deviationes reſpectu chordarum ſunt etiam ſimiles, & tempora vibrationum per arcus ſunt ut tempora vibrationum per chordas; hæc vero ut tempora deſcenſus per longitudines octuplas longi-
*154. tudinum pendulorum *; & ſic *quadrata durationum ſunt* ut
*131. iſtæ longitudines octuplæ *, ſive *ut ipſæ longitudines pendulorum.*

Experimentum 2.

TAB. VIII. fig. 5. Duo pendula CP, *cp*, quorum longitudines ſunt ut 4. ad

1.,

1., eodem tempore dimittuntur a punctis P & *p*, ita ut vibrationibus arcus ſimiles deſcribant; pendulum majus ſemel vibratur, dum minus duas peragit vibrationes; & ita quadrata durationum vibrationum ſunt ut 4. ad 1., nempe ut longitudines pendulorum.

Quando vibrationes ſunt exiguæ, hæc ratio etiam locum habet, licèt pendula non vibrentur per arcus ſimiles *. * 155.

Velocitates pendulorum in puncto infimo, in vibrationibus inæqualibus, ſunt inter ſe, ut ſubtenſæ arcuum, quos corpus deſcendendo deſcribit. Sic velocitas corporis P, cadentis per arcum PB, eſt ad ejus velocitatem quando cadit per DB, ut chorda PB ad chordam DB: nam ducendo lineas horizonti parallelas P*f*, D*d* in circulo, quadrata prædictarum chordarum ſunt inter ſe ut lineæ *f B*, *d* B. Quadrata prædictarum velocitatum ſunt etiam ut iſtæ lineæ *f* B, *d* B *; ergo velocitates ut chordæ. 159. TAB. VIII. fig. 2. *150.131. 130.

Circa omnia, quæ hucuſque de pendulis dicta ſunt, obſervandum; quod non interſit cujuſcunque magnitudinis ſit pondus in pendulo, aut an pondera in duobus pendulis ſint diverſæ magnitudinis, aut diverſæ materiæ: Cum vis gravitatis proportionalis ſit quantitati materiæ in omnibus corporibus, omnia corpora, in iiſdem circumſtantiis, gravitate æque celeriter moventur. Quod etiam ſequenti Experimento confirmatur. 160.

EXPERIMENTUM 3.

Dentur duo globi æquales, aut inæquales, unus ex plumbo, alter ex ebore; filis ſuſpendantur, ut forment pendula æqualia; vibrationes æquales, atque parvæ utcunque inæquales, ſunt æquè diuturnæ.

Sæpe loco fili virga ferrea tenuis ſed rigida adhibetur, & aliquando etiam pondera duo aut plura ei annectuntur, & vocatur *pendulum compoſitum*; in eo caſu regulæ memoratæ locum non habent; ſed iſta pendula ad ſimplicia revocantur, determinando in iis punctum, in quo ſi pondera forent juncta, vibrationes eſſent æquè diuturnæ cum vibrationibus penduli compoſiti. Hocce punctum vocatur *centrum oſcillationis*. 161.

Cen-

162. *Centrum percuſſionis* in pendulo compoſito eſt punctum, in quo vis tota penduli quaſi coacta eſt; ita ut ſi hoc punctum in obicem impingat, ictus major ſit quam ſi punctum aliud quodcunque in illum impingeret.

In vacuo, aut medio non reſiſtente, hæc duo centra coïncidunt; quod & in aëre ad ſenſum verum eſt propter parvam ejus reſiſtentiam.

Corpus cujuſcunque figuræ poteſt ſuſpendi, & circa punctum, aut potius axem, vibrari; in eo etiam poteſt determinari centrum oſcillationis.

163. *Quando linea recta, qualis eſt filum ferreum, circa extremitatum alteram vibratur, centrum oſcillationis diſtat a puncto ſuſpenſionis duabus partibus tertiis longitudinis fili.*

EXPERIMENTUM 4.

TAB. VIII. fig. 6. Lamina ferrea A B ita ſuſpenditur, ut circa extremitatem A vibretur; pendulum ſimplex C P, cujus longitudo eſt duarum partium tertiarum A B, eodem tempore cum iſta lamina dimittitur; & vibrationes penduli, & laminæ, eodem tempore peraguntur.

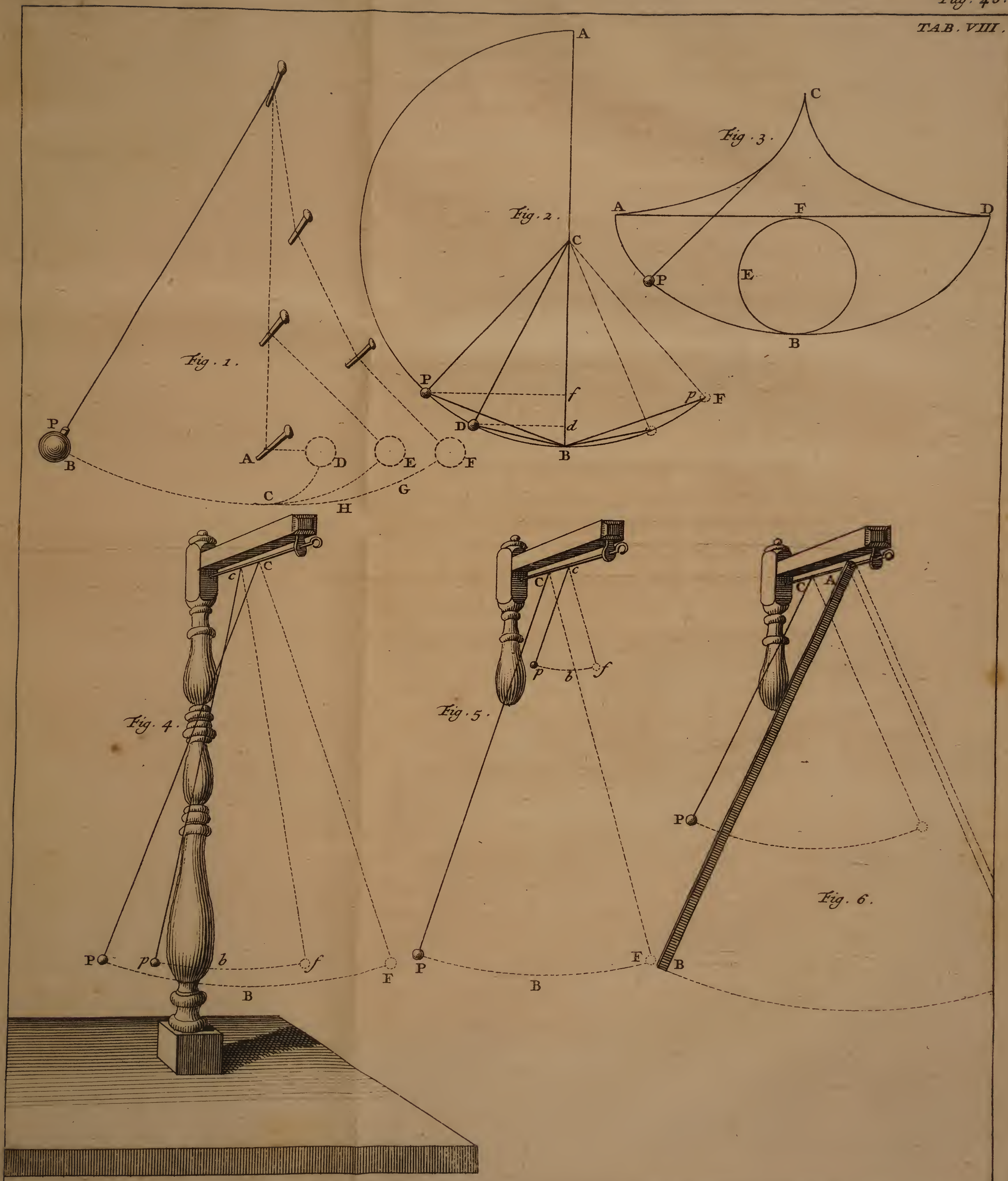
Vibrationes pendulorum, ut diximus, licèt inæquales, ſunt
*155. æquè diuturnæ *, & hæc pendulorum proprietas maximi uſus eſt in horologiis, quibus motus æquabilis, pendulo adjuncto, communicatur.

Per horologia in diverſis locis tranſlata, vim gravitatis non ubique terrarum æqualem eſſe enotuit; ex eo quod vibrationes ejuſdem penduli, in diverſis regionibus, reſpectu temporis, inæquales repertæ ſunt, & illa gravitatis diverſitas per pendula menſuratur.

164. *Dentur duo pendula, quorum longitudines ſint inter ſe, ut vires gravitatis quibus agitantur*; ſi arcus ſimiles excurrant, in punctis reſpondentibus vires eandem ſemper habebunt rationem inter ſe, & quidem rationem ſpatiorum percurrendorum, (quia arcus ſimiles ſunt ut pendulorum lon-
*53. gitudines) quæ ergo æqualibus temporibus percurrentur *, id eſt, *vibrationes erunt æquè diuturnæ.*

Si ad eandem longitudinem reducantur mutato uno pendu-

TAB. VIII.



dulo, quadratum temporis vibrationis penduli mutati, eſt ad quadratum temporis vibrationis ante mutationem; (id eſt quadratum temporis vibrationis penduli non mutati) ut longitudo penduli poſt mutationem, ad illius longitudinem primam *: quæ longitudines ſunt inter ſe, ut vis gra- * 158.
vitatis in pendulo non mutato, ad vim gravitatis in pendulo mutato. Et itaque quadrata temporum vibrationum *in pendulis æqualibus* ſunt inter ſe, inverſe ut *vires gravita-* 165.
tis quibus pendula agitantur: quæ ergo ſunt inter ſe, directe *ut quadrata vibrationum eodem tempore peractarum.*

Unde vero diverſitas hæc gravitatis oriatur, in ſequentibus, ubi de terræ figura agam, videbimus.

CAPUT XX.

De Percuſſione, & Communicatione motus.

Omne corpus quietum, & nullo obſtaculo detentum, ab omni alio corpore moto propelli poteſt; & ſemel motum in motu continuabit, donec cauſa extranea impediatur
*; cauſa illa ſæpe eſt alterius in hocce corpus, aut hujus in * 124.
illud, aut tandem amborum in ſe mutuo, ictus.

Leges, quæ in tali percuſſione locum habent, hic ſunt explicandæ.

Omnia corpora, de quibus hic agitur, ponuntur ſphærica; quia leges motus, in caſu maxime ſimplici, examinari debent.

DEFINITIO I.

Corpus directe in aliud impingi *dicitur*, *aut* duo corpora 166.
directe in ſe mutuo impingi, *quando directio motus, aut motuum, ſi ambo moventur, tranſit per centra amborum corporum.*

DEFINITIO 2.

In omni alio caſu ictus *dicitur* obliquus.

Quando corpora elaſtica in ſe mutuo impingunt, partes 167.
ictæ introcedunt, & reſtitutione partium corpora ſeſe mu-

tuo repellunt, & a ſe invicem ſeparantur.

168. *In corporibus mollibus, aut perfecte duris*, nulla talis datur actio; & ideo, *in impactu directo poſt ictum non ſeparantur*; quia *poſt occurſum æque ac ante corpora in eadem linea moventur*; nihil enim datur quod directionem mutare poſſit.

169.

Hoc capite agam de percuſſione corporum non elaſticorum; & hic, ut & in toto capite ſequenti, de percuſſione directa loquar; dictaque confirmabuntur Experimentis peragendis ope Machinæ ſequentis.

170. TAB.IX. A B C eſt tabula lignea, fere triangularis, & verticalis, altitudinis circiter quatuor pedum cum ſemiſſe, & latitudinis, circa baſin trianguli, trium pedum.

In ſuperiori parte datur ad horizontem parallela ſciſſura *ſt*, per quam duo clavi quadrati, aliquando plures, moventur; qui ubique per cochleas, a poſteriori tabulæ parte, immobiles redduntur; ut ex figura clavorum in V patet.

Super unoquoque clavo movetur tubulus quadratus X, poteſtque per totam clavi longitudinem firmiter cum eo connecti, per cochleam *e* in ſuperiori parte. In inferiori tubulis his unci minimi junguntur; quos fila tenuiſſima (aut potius chordæ citharæ) trajiciunt, quæ globos veluti P & Q ſuſtinent. Fila illa annectuntur paxillis *l*, *l*; quos torquendo elevantur, aut deprimuntur globi.

Clavus, quo globus quicunque ſuſtinetur, in eo loco ſciſſuræ *ſt* ſiſtitur, ut illius centrum a linea A D, quæ tabulam in duas partes æquales verticaliter dividit, exactiſſime diſtet ſemidiametrum globi; illudque pro omnibus globis fit, per notas in tabulæ ſuperficie.

Tubulus cum unco, quo globus ſuſpenditur, in ea parte clavi firmatur, ut filum a tabulæ ſuperficie paululum magis diſtet quam ſemidiametrum globi; & dantur in clavis diviſiones, quibus, pro magnitudine globi, ſitus tubuli determinatur.

Quando duo globi adhibentur, linea A D illos ſeparat; & in illo caſu, ut & quando plures adhibentur, ſi diverſæ fuerint magnitudinis, globus maximus minoris diſtantiam a tabu-

tabula determinat, & tubuli reſpondentibus clavorum diviſionibus admoventur, ut globorum omnium centra æque diſtent a tabula. Centra illa per paxillos *l* ad eandem altitudinem reducuntur; quod in omnibus Experimentis obſervandum.

Regulæ duæ æneæ EG, EG, ad horizontem parallelæ diſponuntur; ſuperficies tabulæ ad illas recipiendas paululum excavatur, ut illarum ſuperficies cum tabulæ ſuperficie congruat. A poſteriori utriuſque regulæ parte datur in tabula ſciſſura, longitudinis circiter quinque pollicum, per quam tranſit cochlea regulæ cohærens, & cujus ope regula retinetur, & transfertur per longitudinem ſciſſuræ. In Experimentis extremitatis G, utriuſque regulæ, a linea AD, diſtantia eſt ſemidiametri globi, ad eandem partem hujus lineæ ſuſpenſi.

Diviſiones illarum regularum tales ſunt, ut denotent angulos æquales, a filis, quibus globi ſuſpenduntur, percurſos.

Ad angulos illos in Experimentis menſurandos, dantur indices quatuor, duo majores M, M, & duo minores N, N.

Moventur indices iſti per ſciſſuras *or*, *or*; & per cochleas a poſteriori parte tabulæ pro arbitrio agentis conſtituuntur. Tabulæ ſuperficies juxta ſciſſuras paululum excavatur, ad motum indicum dirigendum; majores ad tabulæ extremitatem pertingunt, licet ſciſſuræ extremitas ab ea fere tres pollices diſtet.

Delineatio majorum indicum datur in figura ſeparata M; in qua *ab* eſt lamina, quæ per cavitatem in tabulæ ſuperficie movetur; *cd* eſt index, ad illam laminam normalis, & longitudinis circiter trium pollicum.

Datur etiam in N figura ſeparata indicum minorum; illorum longitudo eſt ſemidiametri minimorum globorum, qui Machinæ applicantur, & quorum diameter commode ſtatuitur unius pollicis cum ſemiſſe; indices hi inter majores ponuntur, quia illis motus globorum non impeditur; aliquando ambo minores in eadem ſciſſura firmantur, quando tres anguli ab una parte menſurandi ſunt.

In eo caſu globus ut Q elevatur, aut poſt caſum adſcendit,

verſus tabulæ latus B. Ad diſponendum indicem ut menſuretur angulus ille, regulæ E G, quæ eſt a parte B, extremitas G conjungi debet cum extremitate G alterius regulæ, poſitæ ut ante dictum.

Cochleæ tres ferreæ F, F, F, inſerviunt tabulæ exacte in ſitu verticali diſponendæ, ita ut linea AD ſit ad horizontem perpendicularis; quod facillime præſtatur, ſuſpendendo globo quocunque, & ponendo indice majori, ita ut filum tranſiens juxta notam in illo indice ſit parallelum lineæ A D.

In Experimentis circa colliſiones corporum non elaſticorum, utimur globis, in forma lignea L, ex argilla molli ductis.

Forma hæc L quinque partibus conſtat; quarum quatuor in H, H, H, H videntur; hæ junctæ cavitatem ſphæricam continent, diametri unius pollicis & ſemiſſis, cum apertura ab inferiori parte: circumdantur cochlea; ita ut firmiter inter ſe connectantur, ope annuli I, in interiori parte cochleam ſimilem continentis.

Partes omnes conjunctæ in L repræſentantur; datur foramen in *v*, communicationem habens cum cavitate interiori; per hocce tranſmittitur filum, & cavitas oleo illinitur, & argilla impletur; filum memoratum argillam fere tranſit, & in illa irregulariter diſponitur. Sublato annulo I, quatuor reliquæ partes facillime ſeparantur, & globum in medio relinquunt, qui filo ſtatim memorato alteri filo connectitur, quo Machinæ applicatur.

Experimenta circa corpora elaſtica fiunt cum globis eburneis. Adhibentur ſex minores diametri unius pollicis cum ſemiſſe; præter hos unus ponderis dupli, alter ponderis tripli, & tandem unus ponderis quadrupli.

In Experimento undecimo capitis ſequentis, ſex memorati globi æquales Machinæ applicantur; & ita ſuſpenduntur, ut ſeſe mutuo tangant. Illud fit (vide fig. Z) ope laminæ *mn*, quæ per cochleas *q*, *q*, per ſciſſuram *st* tranſeuntes, Machinæ connectitur. Lamina hæc continet clavos quatuor *p*, *p*, *p*, *p*; in quorum extremitatibus dantur foramina, per quæ fila, quibus globi ſuſpenduntur, tranſmittuntur. Paxillis *l*, *l*, *l*, *l* fila

fila illa connectuntur. Globi reliqui duo clavis memoratis V ſuſpenduntur.

Ad Experimentum decimum tertium capitis ſequentis tres clavi ut V requiruntur.

In hac Machina percuſſio globorum in loco infimo ſemper eſt directa: & globi, licet a diverſis altitudinibus, ſive ad eandem partem, ſive ad partes contrarias, dimittantur,
eodem momento ad locum infimum perveniunt *; & ita, *155.
in eo caſu, percuſſio ſemper eſt directa; celeritates vero in loco infimo denotantur per diviſiones regularum EG, EG
*; nam pro arcubus non majoribus, quam quos globi in hac *159.
Machina excurrunt, ratio inter arcus & chordas ſenſibiliter non differt. Altitudines, a quibus globi dimittuntur, determinant celeritates ante impactum; & altitudines, ad quas globi adſcendunt, celeritates poſt impactum.

Omnia quæ ad percuſſionem corporum non elaſticorum pertinent, ad quatuor caſus ſequentes referri poſſunt.

Cas. 1. *Si corpus unum alteri quieſcenti impingat, ambo* 171.
ſimul motum, in eadem directione cum motu priori, continuabunt; *& quantitas motus poſt ictum in ambobus corporibus* *168.169.
erit eadem quam ante ictum in corpore moto ſolo.

Actio enim corporis moti in alterum motum, quem hoc acquirit, ei communicat; reactio vero hujus corporis in illud motum illius retardat, actio reactioni eſt æqualis *; er- *126.
go & quantitas motus ab uno acquiſita quantitati motus ab altero amiſſæ: & ſic impactu motus quantitas non mutatur.

Quantitas hæc habetur multiplicando maſſam prioris corporis per ſuam velocitatem *; & dividendo illam quantitatem, *64.
per maſſam amborum corporum, datur velocitas poſt impactum.

Dentur ex. gr. duo corpora æqualia, in quibus quantitas materiæ poteſt deſignari per unitatem; ſit velocitas corporis moti decem, quantitas motus erit etiam decem, quæ dividi debet per duo, deſignans maſſam amborum corporum, & quinque quotiens diviſionis erit celeritas corporum poſt impactum.

Ex-

EXPERIMENTUM I.

TAB. X. fig. 1. Globi duo ejuſdem ponderis P & Q, ex argilla molli, Machinæ n. 170. ſuſpenduntur.

Globus P ab altitudine decimæ diviſionis regulæ EG dimittitur, & impingit in globum quieſcentem Q; poſt impactum ambo ſimul moventur, & adſcendunt ad alteram partem, ad quintam diviſionem alterius regulæ EG; reliqua hujus capitis Experimenta cum globis ſimilibus peraguntur.

172. Cas. 2. *Si corpus unum alteri, verſus eandem partem tardius moto, impingat, motum, in eadem directione quam ante, ſimul continuabunt; & quantitas motus poſt ictum eadem eſt quam ante.* Ratio hujus propoſitionis eadem eſt quam præcedentis.

In hoc caſu celeritas corporum poſt impactum determinatur, multiplicando unumquodque corpus per ſuam celeritatem; producta deſignant quantitates motus in ſingulis cor-
* 64. poribus *; colligendo illa in unam ſummam, datur totius motus quantitas; quæ ſi dividatur per maſſam amborum corporum, quotiens erit celeritas quæſita.

EXPERIMENTUM 2.

TAB. X. fig. 2. Corpora P & Q æqualia moventur verſus eandem partem, P cum velocitate decem, Q cum velocitate ſex; maſſa utriuſque corporis cum ſit unum, quantitas motus in ambobus
* 63. ſimul eſt ſedecim *; quæ ſi dividatur per duo, deſignans maſſam amborum corporum, quotiens erit octo; talis etiam velocitas Experimento reperitur.

173. Cas. 3. *Quando duo corpora, cum motus quantitatibus æqualibus, in partes contrarias feruntur, occurſu motus totus deſtruitur, & corpora quieta manent.*

* 168. Poſt impactum non ſeparantur corpora*, & linea, in qua
* 169. moventur, mutari non poteſt*; in eadem vero linea ut moveri continuent, requiritur ut motus unus alterum ſupe-
* 60. ret, quod contradictionem involvit *.

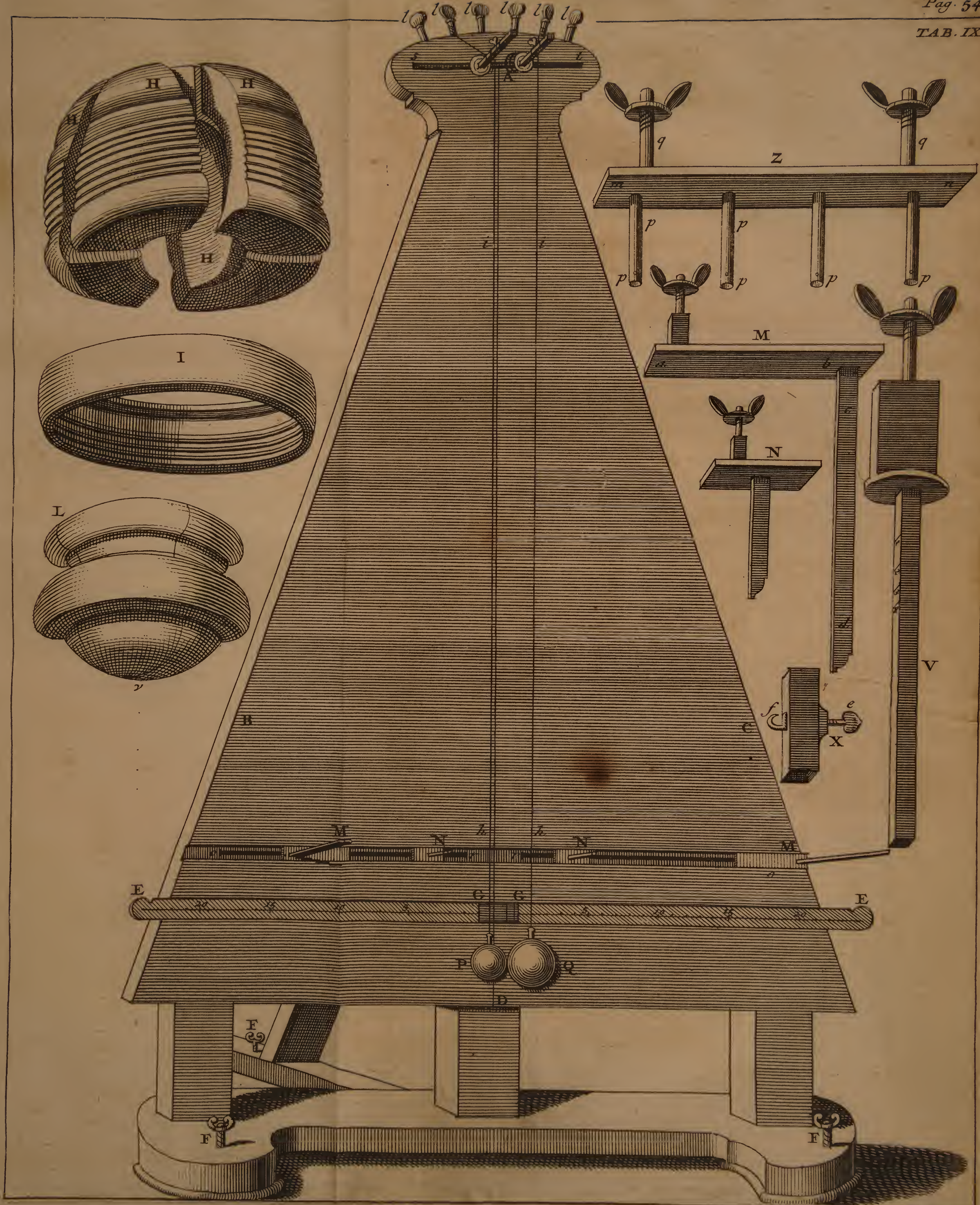
EXPERIMENTUM 3.

TAB. X. fig. 3 Corpora duo æqualia P & Q cum velocitatibus æqualibus occurrunt, & quieta poſt occurſum manent.

174. Cas. 4. *Duo corpora, diverſis cum celeritatibus in contrarias partes mota, in ſe mutuo impingunt; poſt occurſum ambo*

ſimul

TAB. IX.



ſimul motum in eadem directione, cum motu præpollenti, continuabunt; & quantitas motus poſt occurſum eſt differentia motuum ante impactum.

Motus major præpollet; corpora ergo verſus plagam, quo dirigitur motus iſte, ſimul feruntur *; & corpus, minorem motus quantitatem habens, in eadem quidem linea, ſed in partem contrariam quam ante occurſum, fertur; ad illud requiritur ut actione alterius corporis totus motus primus deſtruatur, quod fieri non poteſt, quin reactione corpus illud æqualem motus quantitatem amittat, reſtat ergo motuum differentia. *168. 169.

Multiplicando maſſam utriuſque corporis per ſuam celeritatem, dantur motus quantitates; quarum minor e majori ſubtrahi debet, ut detur differentia motuum; quæ differentia ſi dividatur per maſſam amborum corporum, datur celeritas poſt occurſum.

Experimentum 4.

Corpus Q cum celeritate quatuordecim movetur, corpus æquale P cum celeritate ſex in contrariam partem fertur; poſt occurſum corpus Q motum continuat, & ſecum fert corpus P cum celeritate quatuor. TAB. X. fig. 4.

Propter corporum æqualitatem motus quantitates ſunt etiam quatuordecim & ſex *; & illarum differentia eſt octo, qui numerus ſi dividatur per duo, deſignans maſſam amborum corporum, quotiens quatuor dat celeritatem poſt impactum. * 63.

Definitio 3.

Celeritas relativa *vocatur celeritas cum qua corpus unum verſus alterum fertur, aut cum qua corpora duo ſeparantur*; in motibus verſus eandem plagam eſt differentia celeritatum corporum, in motibus contrariis eſt ſumma celeritatum. 175.

In concurſu corporum ictus proportionalis eſt illi celeritati relativæ. Impetus enim corporum in ſe mutuo creſcit, & minuitur, cum celeritate qua duo corpora ad ſe invicem accedunt. 176.

CA-

CAPUT XXI.

De Congreſſu Corporum Elaſticorum.

* 44. Corpus elaſticum, cujus figura vi quadam mutatur, ceſſante actione illius vis, elaſticitate ad primam figuram redit *.

DEFINITIO.

177. Perfecta elaſticitas *dicitur, quando eadem cum vi ad primam figuram redit corpus, cum qua fuit compreſſum.*

178. In eo caſu, *ictus, ex reſtitutione elateris oriundus, æqualis eſt ictui, quo corporis figura fuit mutata.*

De tali elaſticitate in hoc capite agitur, licet nulla corpora tali elaſticitate prædita nobis nota ſint: inæqualis eſt admodum in corporibus diverſis vis, qua partes ad priſtinam figuram redeunt, unde regulæ generales niſi quoad perfectam elaſticitatem non tradi poſſunt; quo magis corpora ad illam accedunt, eo magis exacte motus illorum cum regulis congruunt.

* 170. Experimenta in hoc capite memoranda eadem Machina * cum Experimentis præcedentis capitis fiunt, & quidem cum globis eburneis, ut in deſcriptione Machinæ dictum, defectuſque elaſticitatis & aëris reſiſtentia non admodum ſenſibilem errorem in Experimentis adferunt, qui etiam, ſi neceſſe fuerit, corrigi poterit, determinando differentiam ex eo oriundam.

Utcunque duo corpora in ſe mutuo impingunt, actiones mutuæ unius corporis in aliud ſemper ſunt æquales inter
* 126. ſe *. Actione illa partes corporum introcedunt, & quidem æquali cum vi in utroque corpore; elaſticitate etiam æquali cum vi ad primam formam redeunt. Actio corporum in ſe mutuo, ex reſtitutione elateris, æqualis eſt primæ actio-
* 178. ni ex impactu *; unde ſequitur *actionem corporum in ſe mu-*
179. *tuo duplam eſſe in elaſticis: & quidem duplam reſpectu utriuſque corporis ſolius conſiderati*, propter æqualitatem actionis in utrumque. *Mutatio* ergo, *quæ hoc in caſu ex impactu in utriuſque corporis motu producitur, dupla eſt illius quam ictus ex*

eodem

eodem motu in corporibus, nulla elaſticitate præditis, produceret; & cum quoad hæc mutatio, & reſpectu quantitatis motus, & reſpectu celeritatis, in capite præcedenti determinetur, poſſumus etiam quoad illa mutationem determinare; ad quod ſequentes Regulæ obſervandæ ſunt.

R E G U L A I.

Quando corpora non elaſtica in ſe mutuo impingunt, ſi 180.
corpus unum quandam motus quantitatem acquirat, duplam acquireret, ſi elaſtica eſſent; & hæc quantitas dupla priori motui eſt addenda, ad motum poſt impactum determinandum.

R E G U L A II.

Duobus corporibus non elaſticis in ſe mutuo impingenti- 181.
bus, ſi corpus unum quandam motus quantitatem amittat, duplam amittit, quando elaſtica ſunt corpora; illaque quantitas dupla a priori motu ſubtrahi debet, ad determinandum motum poſt percuſſionem.

Quæ de motu dicuntur, de celeritate etiam intelligi debent; quia in eodem corpore motus celeritati proportionalis eſt*. * 63.

E X P E R I M E N T U M I.

Corpus P, cujus maſſa eſt duo, & celeritas novem, im- TAB. X. fig. 5.
pingit in corpus quieſcens Q, cujus maſſa eſt unum; poſt impactum Q movetur cum celeritate duodecim, & P motum continuat cum velocitate tria; quod prædictis Regulis congruit: nam ſi corpora non eſſent elaſtica, celeritas amborum poſt occurſum eſſet ſex *; corpus ergo Q acquiret ſex gradus * 171.
velocitatis, & per Reg. I. * acquirit ideo duodecim gradus; * 180.
corpus P amittens tres gradus velocitatis, per Reg. II. *amittit ſex, qui ſi ſubtrahantur a novem velocitate prio- * 181.
ri, reſtant tres gradus velocitatis.

E X P E R I M E N T U M 2.

Corpus P, cujus maſſa eſt duo; & velocitas octo, im- TAB. X. fig. 6.
pingit in corpus Q, cujus maſſa eſt unum, & quod cum velocitate quinque verſus eandem partem fertur; poſt occurſum corpus Q movetur cum velocitate novem, & P cum velocitate ſex; quod iterum per Regulas præcedentes potuiſſet determinari.

Si corpora non eſſent elaſtica, ambo cum celeritate ſeptem poſt
* 172. impactum moverentur *: corpus Q acquireret duos gradus celeritatis, qui per Reg. I. duplicari debent, & priori celeritati quinque addi, unde habemus novem: corpus P amiſit unum gradum velocitatis, per Reg. II. amittit duos, ei ergo reſtant ſex.

REGULA III.

182. *Quando corpus totum motum amittit, & motum in contrariam partem acquirit, iſti duo motus in unam ſummam colligi debent, ad habendum motum amiſſum.*

Quando quantitas, in caſu Regulæ II. ſubtrahenda, excedit motus quantitatem ante impactum, a qua ſubtrahi debet, tota hæc motus quantitas deſtruitur, & quod ex illa ſupereſt, motus quantitatem in contrariam partem deſignat.

EXPERIMENTUM 3.

TAB X. fig. 7. Corpus P in aliud Q, quieſcens & triplum, cum velocitate duodecim impingit, & cum velocitate ſex regreditur. In hoc caſu corpora non elaſtica moverentur cum celeritate tria, corpus ergo P amiſiſſet novem gradus velocitatis, amit-
* 181. tit ergo per Reg. II. * octodecim gradus; qui ſi ſubtrahantur a priori velocitate duodecim, dantur ſex grad. in contra-
* 182. riam partem per Reg. III. *; eodem modo ſequentibus Experimentis confirmatur quod per Regulas detegitur.

EXPERIMENTUM 4.

TAB. X. fig. 8. Corpus P cum velocitate novemdecim fertur verſus eandem partem cum corpore triplo Q, moto celeritate tria; poſt impactum corpus P regreditur cum velocitate quinque.

EXPERIMENTUM 5.

TAB. X. fig. 9. Duo corpora P & Q, æqualibus cum motus quantitatibus, ad ſe invicem accedunt; poſt percuſſionem ambo regrediuntur, cum iis celeritatibus, cum quibus ad ſe invicem acceſſere.

EXPERIMENTUM 6.

TAB. X. fig. 10. Copus P cum celeritate quinque, & corpus Q triplum cum celeritate undecim, in partes contrarias feruntur; poſt occurſum, Q motum continuat cum celeritate tria, & P regreditur cum velocitate novemdecim.

Experimentum 7.

Eadem corpora P & Q in contrarias partes feruntur, P cum celeritate ſedecim, & Q cum velocitate octo; ambo poſt impactum regrediuntur, P cum viginti & Q cum quatuor gradibus velocitatis. TAB. X, fig. 11.

Omnes caſus percuſſionum corporum elaſticorum Regulis memoratis determinantur; ſequentia etiam notatu digna ex illis deducuntur.

Quando corpora ſunt æqualia, & verſus eandem partem feruntur, permutatis velocitatibus motum continuant; ſi in contrarias partes ferantur, permutatis velocitatibus regrediuntur. 183. TAB XI. fig. 1.

Cas. 1. Tendant corpora verſus eandem plagam, & ſit A B velocitas unius corporis, B C velocitas alterius corporis; velocitates hic ſunt ut motus quantitates*. Dividatur linea AC in duas partes æquales in D, & ſit D *b* æqualis DB; AD aut DC denotat celeritatem utriuſque corporis poſt occurſum, ſi non ſint elaſtica*; ſic celeritas BC augetur quantitate DB, duplici quantitate tali augeri debet propter elaſticitatem*, id eſt, fiet *b*C: celeritas AB, in corporibus non elaſticis, minuitur quantitate DB; duplici illa quantitate minui debet, ex prædicta ratione*; & ſic fiet A *b*. Velocitates igitur AB & B C mutantur in velocitates A *b* & *b*C; A B vero & *b*C, ut & B C & A *b*, ſunt æquales inter ſe. * 63. * 172. * 180. * 181.

Experimentum 8.

Corpora duo æqualia P & Q, primum cum velocitate decem, alterum cum velocitate quinque, verſus eandem partem feruntur; mutatis velocitatibus poſt impactum motum continuant: quod etiam congruit computationi ex præcedentibus Regulis.

Cas 2. Sit A B celeritas unius corporis, C B celeritas alterius; differentia A C dividatur in duas partes æquales, & fiat A *b* æqualis C B. Quando corpora non ſunt elaſtica, velocitas utriuſque poſt occurſum, verſus eandem partem, eſt A D*; corpus ergo primum amiſſit velocitatem D B, corpus alterum amiſit totam velocitatem CB & in contrariam partem acquiſivit D C; tota ergo quantitas amiſſa etiam eſt D B*; hæc quantitas ſi duplicetur erit TAB. XI. fig. 2. * 174. * 182.

* 181. *b* B, quantitas celeritatis ab utroque corpore amiſſa*; diffe-
rentia hujus velocitatis cum velocitate utriuſque corporis,
* 182. dat in utroque velocitatem in contrariam partem *; diffe-
rentia hæc reſpectu motus A B eſt *b* A, pro motu C B eſt
C *b*; C *b* vero & A B, ut & *b* A & C B, ſunt æquales inter
ſe.

EXPERIMENTUM 9.

Si corpora æqualia, P cum celeritate decem, & Q cum velocitate quinque, in contrarias partes ferantur, permutatis velocitatibus ambo regrediuntur poſt percuſſionem.

184. *Corpus impingit in aliud æquale quieſcens*, ut velocitates permutentur, *corpus primum poſt impactum quieſcet, alterum vero cum velocitate prioris movebitur.* Quod confirmatur

EXPERIMENTO 10.

Corpus P cum velocitate decem impingit in corpus quietum Q, P poſt occurſum quieſcit, & Q cum celeritate decem movetur. Illudque explicationem ſuppeditat ſequentis

EXPERIMENTI 11.

TAB. XI. fig. 3. 1. Sint corpora plurima æqualia P, Q, R, S, T, V, in eadem linea diſpoſita, & ſeſe mutuo tangentia; corpus P impingatur in Q, quacunque cum velocitate, poſt occurſum P, Q, R, S, & T quieta manent, & V ſolum movetur.

TAB. XI. fig. 4. 2. Moveantur æqualibus velocitatibus P & Q, ita ut Q impingatur in R, poſt impactum P, Q, R, & S quieſcunt, T & V vero ſimul moventur.

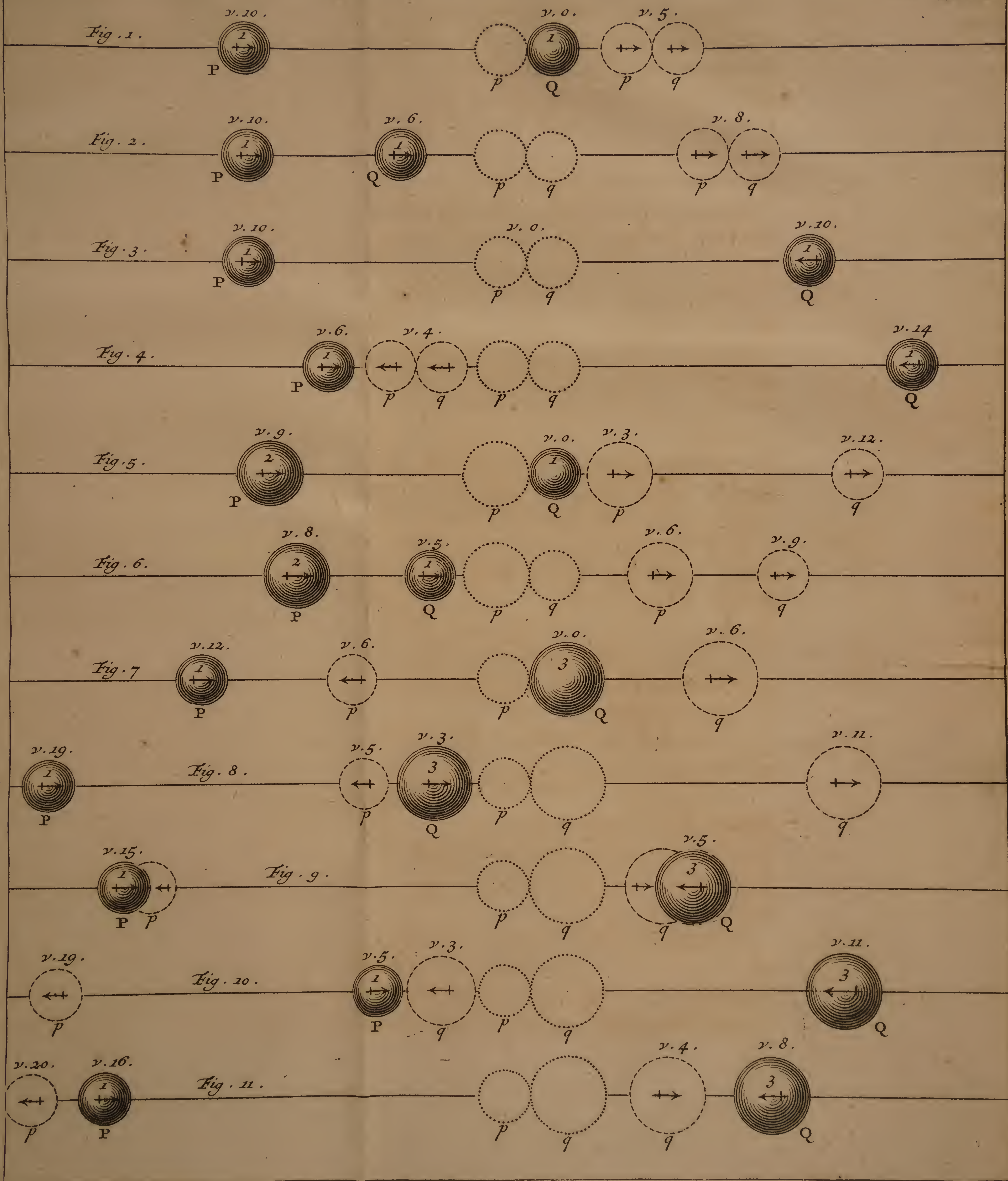
TAB. XI. fig. 5. 3. Eodem modo ſi tria moventur, poſt occurſum tria etiam moventur.

TAB. XI. fig. 6. 4. Tandem ſi P, Q, R, & S ſimul moveantur, & S percutiat T, poſt percuſſionem P & Q quieſcunt, R, S, T, & V ſimul moventur. In genere quinam ſit globorum numerus, quot moventur ante occurſum, tot etiam poſt illum moventur.

TAB. XI. In primo caſu P impingit in Q & quieſcit *, Q impin-
fig. 3. * 184. pit in R & etiam quieſcit, & ſic de cæteris, donec tandem T
percutiat V, quod cum nullo obſtaculo retineatur, ſolum in
motu continuat.

In

TAB. X.


Fig. 1.
v. 10.
v. 0.
v. 5.
Fig. 2.
v. 10.
v. 6.
v. 8.
Fig. 3.
v. 10.
v. 0.
v. 10.
Fig. 4.
v. 6.
v. 4.
v. 14
Fig. 5.
v. 9.
v. 0.
v. 3.
v. 12.
Fig. 6.
v. 8.
v. 5.
v. 6.
v. 9.
Fig. 7
v. 12.
v. 6.
v. 0.
v. 6.
Fig. 8.
v. 19.
v. 5.
v. 3.
v. 11.
Fig. 9.
v. 15.
v. 5.
Fig. 10.
v. 19.
v. 5.
v. 3.
v. 11.
Fig. 11.
v. 20.
v. 16.
v. 4.
v. 8.

In ſecundo caſu, corpus Q eodem plane modo corpus V propellit; inſequitur immediate P impingens in Q, quod jam ex priori impactu quieſcit, motus ille etiam eodem modo communicatur corpori T, quod jam non poteſt percutere V jam in motu; & cum motus corporum P & Q æque veloces ſint, & illa corpora quam proxime ſeſe inſequantur, ſenſibile tempus inter illas duas motus communicationes non datur, unde etiam corpora V & T æque velociter moventur & a ſe invicem non ſeparantur. TAB. XI. fig. 4.

Velocitas reſpectiva, cum qua duo corpora elaſtica quæcunque a ſe mutuo recedunt poſt impactum, æqualis eſt celeritati reſpectivæ, cum qua corpora ad ſe invicem acceſſere. 185.

Si corpora non eſſent elaſtica, conjunctim motum continuarent *, & in eo caſu actione corporum in ſe mutuo celeritas reſpectiva tota, qua ad ſe invicem accedunt, deſtruitur; * 168. actio ex reſtitutione elateris æqualis eſt & contraria *, eandem ergo celeritatem reſpectivam, qua a ſe invicem recedunt, generare debet. * 178. Corporum inæqualitas quæcunque ſit nihil mutat, propter æqualitatem & actionis primæ & ſecundæ in utrumque corpus *. * 126.

Quantitas motus verſus eandem partem eadem eſt poſt impactum quam ante. 186.

Pro corporibus non elaſticis probata eſt hæc propoſitio in omnibus caſibus *; nam quando motus non conſpirant, motus contrarius a motu verſus certam plagam ſubtrahi debet * 171. 172. 173. 174. ad determinandum motum verſus illam partem. Ex reſtitutione elateris motus quantitates æquales generantur verſus partem utramque *, quo non mutatur motus quantitas verſus certam plagam. * 126. Experimentis jam memoratis hæ duæ propoſitiones ultimæ pleniſſime confirmantur.

Quando corpus minus in aliud majus quieſcens impingitur, majorem motus quantitatem acquirit corpus majus quam minus habuit ante ictum. 187.

Quantitas motus a majori corpore acquiſita, dupla eſt quantitatis quam minus amitteret, ſi corpora nulla elaſticitate eſſent prædita; hoc vero in caſu pluſquam dimidiam partem ſui motus amitteret corpus minus *. * 180. 171. * 171.

EXPERIMENTUM 12.

TAB. XI. fig. 7. Corpus P cum velocitate 15. qui numerus etiam quantitatem motus deſignare poteſt, percutit corpus Q quadruplum & quietum; corpus Q acquirit velocitatem 6.*, id eſt, motus quantitatem 24. Corpus vero P regreditur cum velocitate 9., & ſic quantitas motus verſus plagam, quo primo tendebat P, remanet 15*.

*171. 180. * 186.

188. Magis motus in corpore Q adaugetur, interpoſito corpore magnitudinis mediæ inter corpora P & Q.

EXPERIMENTUM 13.

TAB. XI. fig. 8. Dantur prædicta duo corpora P & Q, & inter illa corpus R duplum corporis P; corpus P ſi cum velocitate 18. impingat in R quieſcens, ei communicat velocitatem 12.*, cum qua ſi hoc corpus impingat in Q quietum, ei communicabit celeritatem 8., id eſt, motus quantitatem 32.; in hoc autem Experimento, propter duplam percuſſionem, error ex defectu a perfecta elaſticitate magis eſt ſenſibilis quam in aliis ubi unica tantum datur percuſſio, & motus quantitas a corpore Q acquiſita eſt circiter 30.

*171. 180.

189. *Quo plura corpora inæqualia duobus corporibus interponuntur, ſi maſſæ a primo ad ultimum ſemper creſcant, eo etiam major erit motus quantitas in maximo; & maxima, eodem corporum interpoſitorum manente numero, quando maſſæ omnium corporum ſunt in progreſſione geometrica.*

Licet quantitas motus verſus eandem partem in congreſſu corporum, ſive elaſticorum, ſive nulla elaſticitate præditorum, eadem maneat, non eadem manet ipſius motus quantitas, ſæpe minuitur *, & ſæpiſſime etiam augetur *; ita ut nullo fundamento dicatur motus quantitatem in mundo ſemper eandem dari.

*173. 174. * 187.

CA-

CAPUT XXII.

De Motu compoſito & Percuſſione obliqua.

Corpus in motu poteſt vi nova agitari & ſecundum aliam directionem propelli; mutatio motus in eo caſu ſequitur proportionem & directionem illius vis *: cùmque illa actio- * 125.
ne primus motus non deſtruatur, ex iſtis duobus motibus oritur tertius ſecundum novam directionem.

Corpus P *propellatur vi quadam ſecundum directionem* P C, 190.
eodem tempore pellatur vi alia ſecundum directionem PB; TAB. XI. fig. 9.
& ſint celeritates ex iſtis viribus oriundis, ut iſtæ lineæ P C, P B. Ad determinandum quid eveniet, abſolvetur parallelogrammum PBAC, ducendo lineas BA, CA, prædictis parallelas; ſit P A diagonalis illius parallelogrammi. Percurrat corpus vi prima, id eſt, celeritate P C, lineam P C, & integra illa linea transferatur cum directione & celeritate P B; Quando illa linea erit in *b a*, corpus erit in *p*, ita ut *p b* ſit ad P B, ut *bp* ad *b a*, aut A B, id eſt, erit in diagonali PA; & ſic ubique. Quando linea P C erit in B A, corpus erit in A; *motu* ergo *compoſito ex prædictis duobus*, *oritur motus per diagonalem* P A, *cujus celeritas eſt proportionalis longitudini diagonalis* *; nam in eodem tempore diagonalis ex mo- * 53.
tu compoſito a corpore P percurritur, in quo motu unico ab eodem corpore linea P B aut P C percurri potuiſſet.

Ut hæc propoſitio Experimento confirmetur, requiritur Machina hic deſcribenda.

Duo plana lignea C D E, C D E, figuræ trianguli rectan- 191.
guli, cujus latus C D eſt longitudinis circiter trium pedum TAB. XII. fig. 1.
cum ſemiſſe, latus D E unius pedis cum ſemiſſe, verticaliter poſita circa cardines A & B convertuntur.

Experimenta in hac Machina fiunt cum globis eburneis diametri unius pollicis cum ſemiſſe.

Plana ita conjunguntur, ut ſi hiſce alia parallela, ad diſtantiam paululum majorem quam ſemidiametri globorum, concipiantur, horum interſectio ſit ipſe axis circumvolutionis: quod

quod præſtatur per figuram cardinum, (fig. 2.) quorum partes *b*, *b*, ad majorem firmitatem, ligno inſeruntur.

In centro cardinis ſuperioris A, datur cylindrus parvus *a*, (fig. 2.) in cujus baſi foramen datur, quod cum alio a latere conjungitur, ita ut per illa immittatur filum *i b*, quo globus P ſuſpenditur, & quod paxillo annectitur.

Ope cochlearum F, F, F, F, F Machina in ſitu verticali diſponitur, ita ut filum *b i* cum axe Machinæ coïncidat.

In *m*, *m*, clavi duo planis memoratis inſeruntur, illis globi Q, Q, ſuſpenduntur, ad talem diſtantiam a planis ut unumquodque illud cui applicatur fere tangat, id eſt, ut linea, quæ concipitur per centra globorum P & Q, huic plano ſit parallela; requiritur ulterius ut hi globi ad eandem altitudinem poſiti ſeſe mutuo tangant.

Fila, quibus globi Q & Q ſuſpenduntur, trajiciunt foramina in prædictis clavis, & paxillis *l*, *l* annectuntur, ut commode elevari, deprimique, & omnium globorum centra in eodem plano, ad horizontem parallelo, diſponi poſſint. Regula ænea R, ita inflexa ut juxta illam globus P in ſuo motu adſcendat, convertitur circa extremitatum alteram, & centrum motus cum axe Machinæ coïncidit. Inſervit ad notandam viam globi P, & altitudinem ad quam adſcendit.

Globus uterque Q juxta planum cui applicatur dimittitur, & altitudo a qua dimittitur notatur per indicem plano infixum, ad quod in utroque plano foramina quatuor dantur, angulos æquales, reſpectu motus filorum, continentia.

Quando globus Q a certa altitudine dimittitur, in globum P impingit, illumque ſecundum eandem directionem
* 184. & ad eandem altitudinem propellit *.

Experimentum I.

TAB XII. fig. 3. & 4. Hujus Machinæ ſectio horizontalis hic repræſentatur, corpus P ab utroque corpore Q poteſt propelli cum directione & celeritate quacunque. Si corpora Q & Q eodem tempore dimittantur, corpus P duobus motibus eodem tempore
* 155. agitatur *, percurrit diagonalem P*p* parallelogrammi ex prædictis duobus motibus, ut ſuperius memoratum eſt, forma-
* 190. ti *, & ad altitudinem adſcendit proportionalem longitudini iſtius diagonalis. Ex-

Experimentum exactiſſime procedit, ſive globi Q & Q ab eadem altitudine, ſive ab altitudinibus inæqualibus, dimittantur, & quicunque ſit angulus formatus a duobus planis, id eſt, a motus directionibus, ſive ſit rectus, ſive acutus, ſive obtuſus.

Corpus, quod utcunque movetur in linea recta PA, *poteſt ſemper conſiderari ut agitatum duobus motibus;* & illud quidem innumeris modis, nam innumera parallelogramma deſcribi poſſunt ut PBAC, p b a c, *p b a c*, quorum linea prædicta erit diagonalis; & in illorum quocunque ſi dentur duæ vires agentes per directiones PB & PC, & ex quibus celeritates in corpore oriundæ, ſunt ut latera PB & PC, ex iis ſemper oritur motus per diagonalem cum celeritate huic proportionali. 192. TAB XI fig. 10.

Ex iſta motus reſolutione in duos alios determinatur motus corporum oblique in ſe mutuo impingentium.

Corpus Q quieſcit, corpus P, directione & celeritate PA, in illud impingitur. Per centra amborum corporum, cum P in A pervenerit, ducatur linea DB, & ad illam perpendicularis PB, & abſolvatur parallelogrammum ABPC; motus per PA reſolvitur in duos alios per PB & PC, aut BA, CA; motu per CA corpus P non agit in corpus Q; actio ergo oritur ex ſolo motu per BA, id eſt, *corpus P, impactu obliquo per PA celeritate PA, in corpus Q agit, eodem modo ac ſi directe in illud impingeret per BA celeritate BA.* Et ſic motus corporis Q ex illa actione, ſive corpora ſint elaſtica, ſive non, determinatur ex iis quæ de impactu directo dicta ſunt. TAB. XI. fig. 11. & 12. 193.

Motus corporis P poſt impactum ex iiſdem principiis deducitur; motus per CA non mutatur; ergo motu illo cum æquali celeritate corpus P fertur directione AE; ſit ideo AE æqualis CA. Mutatio in motu BA determinatur reſpectu corporis P, eodem modo ac motus corporis Q, per duo capita præcedentia; ſit celeritas illius motus AD, in fig. 11. quando corpus progreditur, & in fig. 12. quando regreditur; ex iſto motu & motu per AE oritur motus compoſitus per diagonalem A*p*, quæ ſitu & longitudine directionem & celeritatem corporis P poſt impactum denotat *. TAB. XI. fig. 11. & 12.

* 190.

Quando corpora ſunt æqualia & elaſtica, totus motus per 194.

* 184. BA ex percuſſione deſtruitur *, & ſolus motus per CA ſupereſt, qua directione tunc etiam fertur corpus P. In illo caſu ſemper poſt impulſum corpora ambo, *quocunque modo corpus P ad aliud accedat, ſeparantur directionibus ſub angulo recto.*

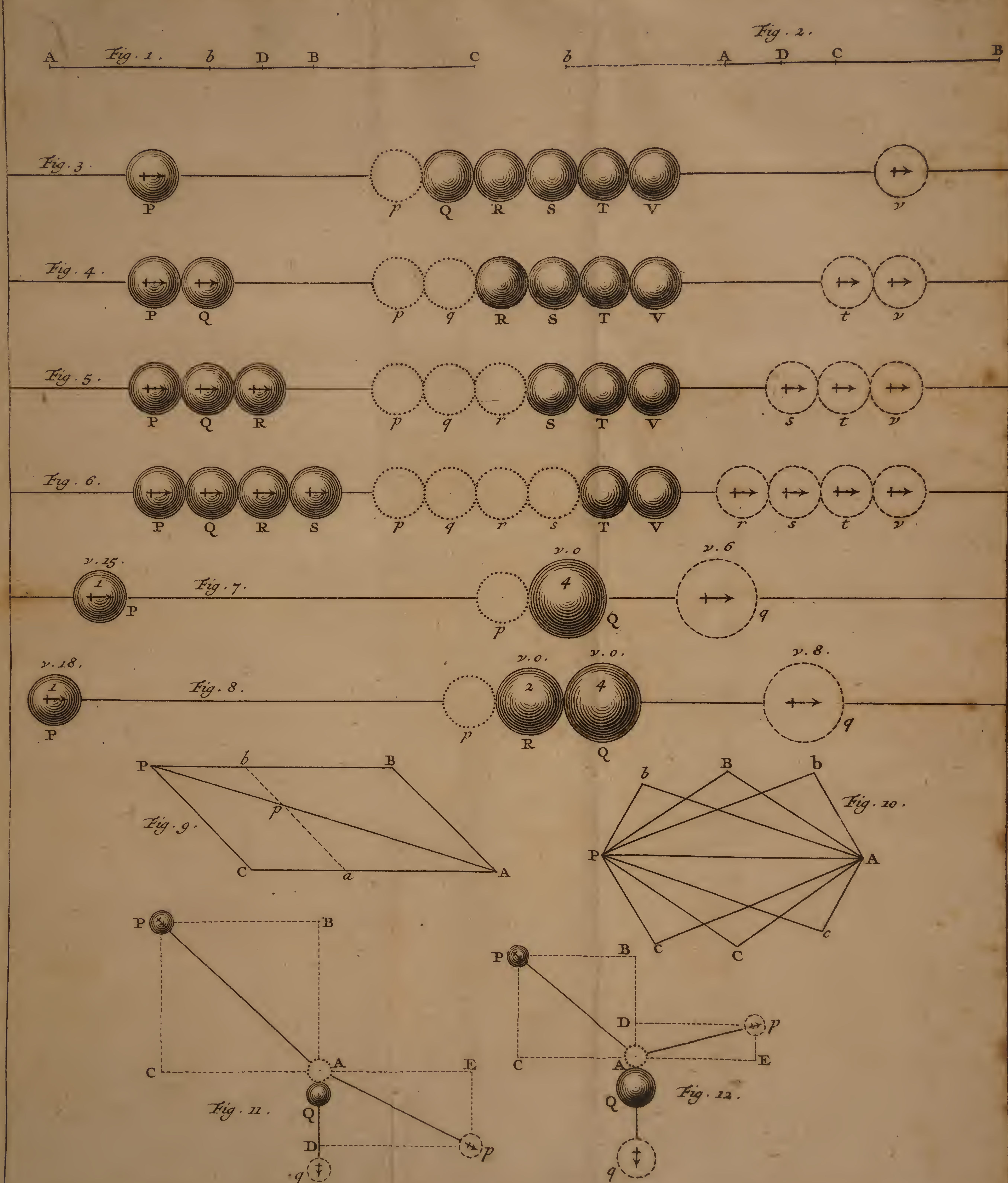
EXPERIMENTUM 2.

TAB. XII. fig. 5. In Machina n. 191. dentur globi Q & P; planis ad angulum rectum diſpoſitis, quacunque directione, & a quacunque altitudine, cadendo corpus Q impingat in corpus P, poſt impactum corpora directiones planorum ſequuntur, & ad altitudines adſcendunt, quæ per ea, quæ hucuſque dicta ſunt, determinari poſſunt.

195. Eodem etiam fundamento detegitur motus duorum corporum poſt percuſſionem, quando ambo moventur, quomodocunque in ſe mutuo ferantur. Caſus præcipui repræſentantur in Tab. XIII. & omnes eodem plane modo reſolvuntur.

TAB. XIII. fig. 1. 2. 3. 4. 5. & 6. Corpus P moveatur directione & celeritate PA, corpus Q directione & celeritate Q*a*, ducatur linea B*b*, tranſiens per amborum corporum centra ubi ſeſe mutuo tangunt, ad illam ſint CA & *ca* perpendiculares, & abſolvantur parallelogramma PBAC & Q*bac*. Motus corporis P reſolvitur in duos alios, quorum celeritates & directiones deſignant CA, BA. Motus, in quos reſolvitur motus corporis Q, deſignantur per *ca*, *ba*; motibus per CA & *ca* corpora non agunt in ſe mutuo, non mutantur ergo hi motus, & poſt occurſum deſignantur per AE & *ae*, ipſis AC & *ac* æquales; percuſſio ex motibus per lineas BA, *ba* eſt directa, & determinatur in capitibus præcedentibus: ſit motus corporis P verſus D, & ejus celeritas AD; corporis Q motus verſus *d*, & ejus celeritas *ad*. Poſt occurſum ergo motus corporis P componitur ex motibus per AE & AD, & movetur per diagonalem A*p*. Corporis Q motus poſt impactum componitur ex motibus per *ae* & *ad*, unde corpus illud fertur per diagonalem *ae*; & longitudines illarum diagonalium celeritates corporum poſt occurſum denotant. In Fig. 1. 2. & 3. corpora non elaſtica ponuntur. Fig. 4. 5. & 6. eoſdem

TAB. XI.


Fig. 1.
A b D B C
Fig. 2.
b A D C B
Fig. 3.
P p Q R S T V v
Fig. 4.
P Q p q R S T V t v
Fig. 5.
P Q R p q r S T V s t v
Fig. 6.
P Q R S p q r s T V r s t v
Fig. 7.
v. 15. 1 P p v. 0 4 Q v. 6 q
Fig. 8.
v. 18. 1 P p v. 0. 2 R v. 0. 4 Q v. 8. q
Fig. 9.
P b B p C a A
Fig. 10.
b B b P A c C c
Fig. 11.
P B C A E Q D p q
Fig. 12.
P B D p C A E Q q

eoſdem caſus, poſitis corporibus elaſticis, repræſentant. In Fig. 1. quædam litteræ deſunt, quia puncta, quæ per illas in cæteris Figuris deſignantur, hic cum aliis punctis coïncidunt, & ad determinandos motus non requiruntur.

CAPUT XXIII.

De Potentiis Obliquis.

Corpus P pellitur per PB & PC, celeritatibus iſtis lineis proportionalibus; ex eo oritur motus per PA, diagonalem parallelogrammi PBAC, cum celeritate quæ deſignatur per illam diagonalem *; ſi detur vis tertia agens ſecundum P*a*, ita ut celeritas ex ea oriunda ſit PA; actione illa actiones ambarum prædictarum virium deſtruuntur, & corpus quieſcit: ſi actiones prædictæ continuentur, in quiete continuat corpus; qui caſus exſtat quando corpus prædictis viribus filis trahitur verſus C, B & *a*. Unde ſequitur, *Corpus quieſcere, quod trahitur tribus potentiis, quæ ſunt inter ſe ut latera trianguli formati lineis directionibus potentiarum parallelis.* TAB. XIII. fig. 7. * 190. 196.

197. Hæc propoſitio Experimento confirmatur: Machina delineatur in Fig. 8.: Eſt orbis ligneus, diametri circiter octo pollicum, horizontalis, & pede ſuſtentus; in medio craſſitiei ſulco circumdatur, quo Trochleæ ad libitum, in quocunque circumferentiæ puncto, Machinæ junguntur. Sulco enim huic inſeritur lamina ænea, cui Trochlea perpendiculariter cohæret, ut in F repræſentatur. TAB. XIII. fig. 8.

Orbis prædictus in ſuperiori parte paululum excavatur, ut recipiat orbem minorem DFA, craſſitiei quartæ partis unius pollicis, & paululum ſupra orbem primum proëminentem; ita ut filum ſuper Trochlea, ut dictum, Machinæ annexa, horizontaliter extenſum, ſuperficiem DAF perſtringat.

Varii, pro variis Experimentis, tales requiruntur orbes minores. Charta ab utraque parte obteguntur, ut commode lineæ, in ſequentibus memorandæ, in iis duci poſſint.

I 2 Ex-

EXPERIMENTUM I.

Sit C centrum orbis minoris memorati, & in hoc delineatum triangulum ABC, cujus latera ſunt inter ſe ut 2. 3. & 4.; Detur linea CE lateri AB trianguli parallela, & continuetur latus AC verſus D.

Nunc dentur tria fila in C juncta, & juxta lineas CD, CE, & CB protenſa ſuper Trochleis majori orbi junctis; Si filo CD appendatur pondus quatuor librarum, filo CE pondus trium librarum, & tandem filo CF pondus duarum librarum, fila non moventur, & nodus in C quietus manet; ſi ex eo puncto dimoveatur nodus, non quieſcit.

In hac propoſitione duæ potentiæ quæcunque tertiæ æquipollent, id eſt, valent unicam potentiam, quæ in eadem directione cum illa tertia, ſed contrarie, agit, & illi tertiæ æqualis eſt.

198. *Actiones* ergo *duarum potentiarum ad actionem unius potentiæ reduci poſſunt.*

Sic quando quatuor potentiis punctum trahitur, dabitur æquilibrium, ſi reductis duabus potentiis ad unicam, hæc potentia nova, cum duabus reliquis, ſit in conditione n. 196.; id eſt, ſi hiſce reliquis etiam ad unicam reductis, potentia ex eo orta æqualis ſit, & contrarie agat, cum potentia nova ſtatim memorata.

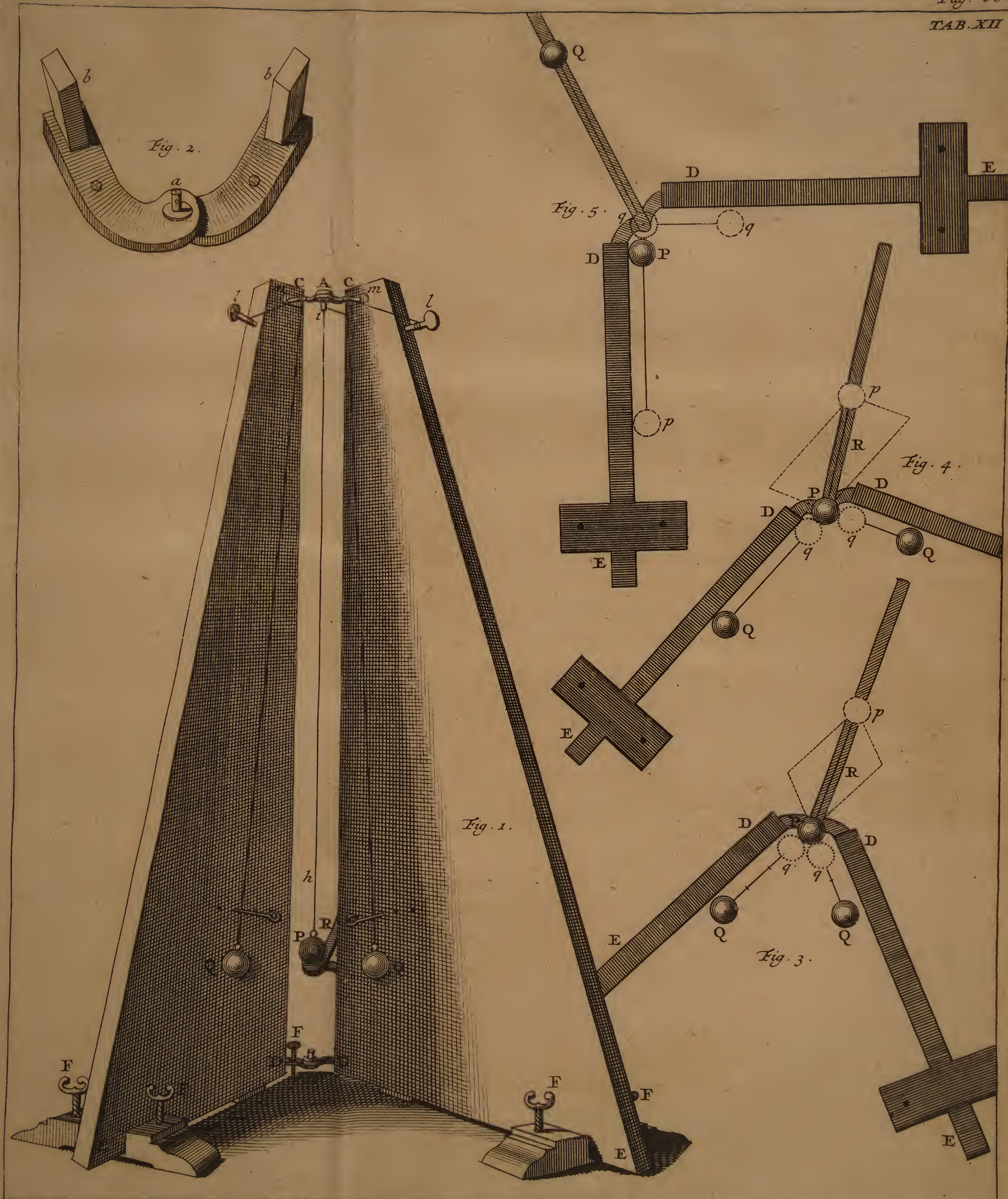
EXPERIMENTUM 2.

199. TAB. XIII. fig. 9. Punctum C trahitur quatuor filis; verſus B pondere unius libræ, verſus F pondere trium librarum, verſus E pondere duarum librarum, & tandem verſus D pondere quatuor librarum, & datur æquilibrium: formato triangulo CF*a*, aut parallelogrammo CF*a*E, potentiæ prædictæ per CF & CE reducuntur ad unicam agentem per C*a*, cum vi ponderis quatuor librarum, & tunc tres potentiæ per CB, CD, C*a* præſtant caſum n. 196.; & ideo ſi potentiæ per CB & CD reducantur ad unicam per CA, aget in eadem directione ſed contrarie cum potentia per C*a*, & huic æqualis erit.

Quæ hic de quatuor potentiis dicuntur, de quinque & pluribus dici potuiſſent; ex quinque enim ſi duæ ad unam reducantur, incidimus in exemplum præcedens.

Ex-

TAB. XII


b
b
Fig. 2.
a
Fig. 5.
Q
D
E
q
q
D
P
p
p
R
Fig. 4.
P
D
D
q
q
Q
Q
E
p
R
D
P
D
q
q
Q
Q
E
Fig. 3.
E
C A C
l
m
l
Fig. 1.
h
P
R
F
F
F
F
E

Experimentum 3.

Punctum C quinque potentiis trahitur, filis CA, CB, CD, CE, & CF; potentiæ ſunt inter ſe ut pondera quibus fila trahuntur, & illa habent inter ſe proportionem numerorum Trochleis in figura adſcriptorum, & æquilibrium datur. 200. TAB. XIV. fig. 1.

Potentiæ per CB & CD ad unicam reducuntur per CG; potentiæ agentes per CE & CF ad unicam reducuntur per CH; & ita ſumus in caſu n. 196.; tandem iſtæ duæ novæ potentiæ, per CH & CG, ad unicam reducuntur per C*a*, quæ quintæ per CA æqualis eſt, & cum ea in eadem linea; ſed contrarie, agit.

Ex memorata propoſitione n. 196. deducimus ulterius, 201.
idem de actione *potentiæ cujusvis* dici poſſe, quod de motu in capite præcedenti dictum *; actionem illam *poſſe reſolvi in actiones duarum aliarum potentiarum*, & illud quidem innumeris modis, propter innumera triangula, quæ formari poſſunt ſervato eodem latere. Eo poſſumus in omnibus Machinis reducere potentiam oblique agentem ad directam, & proportionem inter directam & obliquam determinare; quod exemplis ſequentibus, Experimentis confirmatis, patebit.

* 192.

Experimentum 4.

Vecti AB, cujus brachia ſunt æqualia, applicatur in B pondus P duarum librarum, & in A potentia oblique agens per AD, & quæ repræſentatur per pondus M. Concipiatur linea DE vecti in ſitu horizontali parallela, & AE ad illam & vectem perpendicularis; nunc ſi AD ſit ad AE, ut duo ad tria, & pondus M ſit trium librarum, datur æquilibrium. 202. TAB. XIV. fig. 2. & 3.

Directio motus puncti A ex motu vectis eſt vecti perpendicularis, tendit ergo juxta lineam EA prolongatam; diſtantia BA cum maneat ſemper eadem, in fig. 2 impeditur A ne magis accedat ad B, & quaſi repellitur per directionem BA; in fig. 3. receſſus puncti A a B cohibetur, & ſic A quaſi trahitur verſus B. Ulterius punctum A pondere M trahitur verſus D: tribus ergo potentiis trahitur hocce pun-

ctum, quarum directiones ſunt parallelæ lateribus trianguli AED; & quæ ergo, ut detur æquilibrium, ſunt inter ſe ut iſta latera.

Punctum A, ob æqualitatem diſtantiarum punctorum A & B a fulcro, juxta EA continuatam, trahitur eadem vi qua pondus P deſcendit, id eſt, pondere duarum librarum; vis ergo per AD requiritur trium librarum, quia latera AD & AE ſunt inter ſe ut tria ad duo. Latus DE exprimit quid fulcrum patiatur vi qua punctum A in fig. 2. premitur verſus B, & in fig. 3. trahitur.

Idem omnino dicendum de potentia obliqua axi in peritrochio applicata.

EXPERIMENTUM 5.

203. TAB. XIV. fig. 4. Pondus P, trochleæ annexum; ſuſtinetur per potentias ab utraque parte funi ductario applicatas, ſed oblique trahentes, per CA & CB; hæ potentiæ ſunt æquales inter ſe, quia omnis funis trochleam circumdans non quieſcit, niſi ab * 83. utraque parte æqualiter trahatur *; ipſum pondus P eſt quaſi tertia potentia, & ita punctum C tribus potentiis trahitur; Concipiatur linea CE ad horizontem perpendicularis, & linea AE parallela lineæ CB: ſi CE ſit ad AE aut AC, (hæ enim duæ lineæ ſunt æquales, propter memoratam æqualita- * 196 tem potentiarum trahentium per CB, CA *,) ut ſex ad quinque, pondus P ſex librarum a ponderibus Q & Q quinque librarum ſuſtinetur; cujus ratio patet ex n. 196.

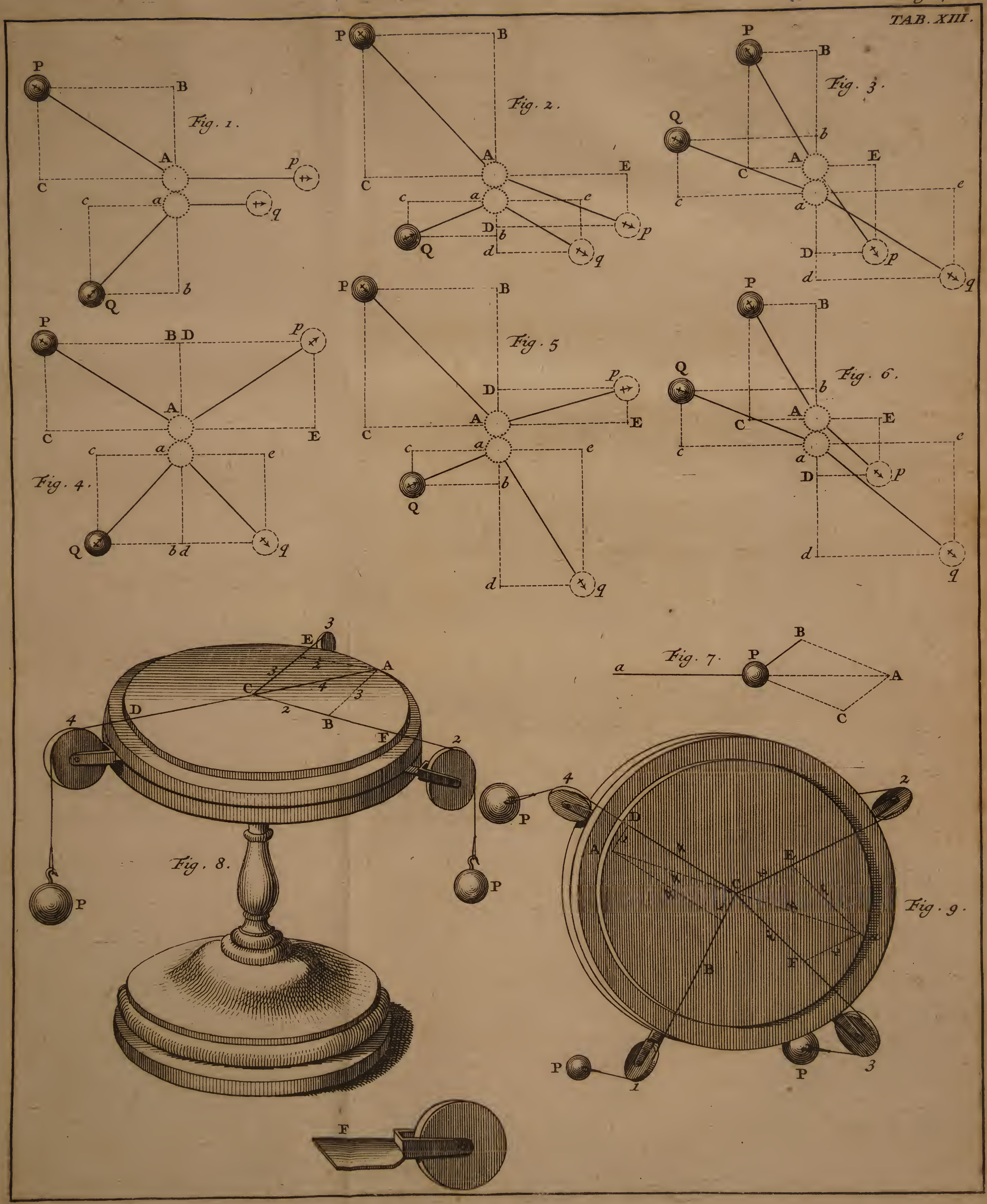
Si extremitas una funis ductarii annectatur clavo, unico pondere ut Q, pondus P ſuſtinetur.

EXPERIMENTUM 6.

204. TAB. XIV. fig. 5. Si pondus P Trochleæ non conjungatur, ſed funibus CA & CB, ei annexis, ſuſtineatur, poterit ſuſtineri potentiis duabus inæqualibus; formetur ut in Experimento præcedenti triangulum CAE, & ſit AE undecim, CA duodecim cum ſemiſſe, & CE duodecim; dabitur æquilibrium, ſi pondera Q & Q ſint ad P ut primi numeri ad ultimum; cujus Experimenti ratio iterum patet ex n. 196.

205. Hic in tranſitu obſervandum, ex datis inclinationibus filorum

TAB. XIII.



lorum CA & CB ad horizontem, proportionem ponderum Q, Q ad pondus P, ex tabulis Trigonometriæ poſſe determinari. Si in triangulo ACE concipiatur linea A*e*, per punctum A ad horizontem parallela, & illa habeatur pro radio circuli, CA erit ſecans, & *e*C tangens anguli, quem efficit CA cum horizonte; & AE erit ſecans, & *e*E tangens anguli inclinationis fili CB ad horizontem: unde patet pondera Q, Q proportionalia eſſe prædictis ſecantibus, & pondus P proportionem ſequi ſummæ memoratarum tangentium.

In Machina, qua hæc ultima Experimenta peraguntur, (cujus conſtructio ex ſola figura, ſi conferatur cum fig. 4. Tab. IV. abunde liquet) ducantur lineæ, juxta quas fila, quæ trochleas circumdant, extendi poſſint; in medio linearum adſcribantur numeri, deſignantes ſecantes angulorum, quos illæ lineæ cum horizonte efficiunt; & extremitatibus linearum adſcribantur tangentes horum angulorum.

Nunc in omni caſu ubi datur æquilibrium, pondera Q & Q ſunt ut numeri in medio linearum, juxta quas fila protenſa ſunt; & pondus P ut ſumma numerorum extremitatibus ambarum harum linearum adſcriptorum.

Experimentum 7.

Ad hoc Experimentum utimur Machinæ n. 143. Tab. VII. fig. 7. Corpus M plano inclinato AB impoſitum, ſuſtinetur potentia trahente per MS; concipiatur linea MR, ad horizontem perpendicularis, & ASR ad plani ſuperficiem normalis, in omni caſu ubi pondus M eſt ad pondus corporis M ut MS ad MR, corpus quieſcit. 206. TAB. XIV. fig. 6.

Pondere ſuo corpus M trahitur per directionem RM, plano inclinato ſuſtinetur per directionem ad planum perpendicularem, & ita hoc Experimentum reducitur ad propoſitionem n. 196.

Experimentum 8.

Vectis ACB brachia ſunt æqualia, & angulum formant, ita ut ſi AC continuetur verſus D, & BD ad CD perpendicularis ducatur, DC ſit dimidia pars ipſius BC aut CA. Appenſo in A pondere *p* unius libræ, & in B pondere P duarum librarum, poſitoque brachio CA in ſitu horizontali, datur æquilibrium*; quia 207. TAB. XIV. fig 7. * 105.

pon-

pondus P agit quaſi in vecte recto in puncto D eſſet ſuſpenſum.

TAB. XIV. fig. 8. Mutentur pondera, & majus ſuſpendatur in A, minus vero imponatur brachio B C in B; ſi plano verticali illius caſus impediatur, dabitur iterum æquilibrium.

Brachia vectis ſunt æqualia, & æqualiter motu vectis moventur: vi ergo ponderis P pondus *p* quaſi trahitur verſus E, in directione ad brachium BC perpendiculari; Ex actione plani verticalis premitur corpus illud horizontaliter; & tandem vi gravitatis verticaliter pellitur. Tribus ergo potentiis trahitur pondus *p*, quæ ſunt inter ſe ut latera trianguli B E D *; Vis ergo tendens terram verſus, (pondus *p* ad vim trahentem verſus E (pondus P) ut BD ad BE, aut DC ad C B, ſeu CA; id eſt, ut unum ad duo; quæ etiam eſt ratio inter pondera *p* & P. Et hic ergo ratio Experimenti ex ſæpius memorato n. 196. deducitur; ad quem omnes alii caſus potentiarum obliquarum, quæ excogitari poſſunt, etiam pertinent.

* 196.

CAPUT XXIV.

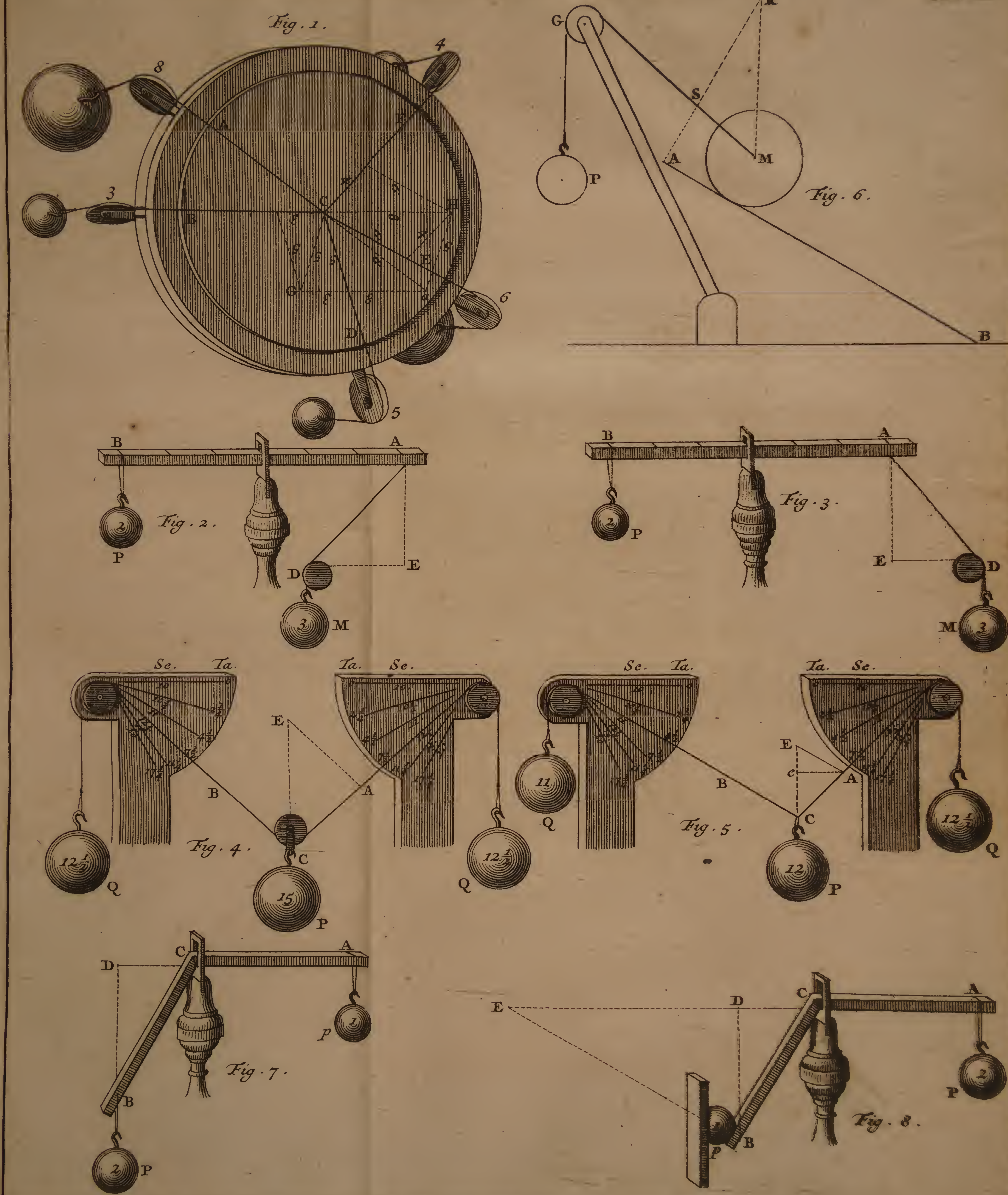
De Projectione Gravium.

208. CORpus duabus impreſſionibus motum, movetur motu ex ambabus compoſito *; *ſi corpus projiciatur* per A B, in tempore in quo poteſt percurrere AB, vi gravitatis fertur verſus terræ centrum per BF, & ita, motu compoſito ex iſtis duobus, movetur per AF; & illo motu ſecundo momento percurreret FC, ipſi A F æqualem, niſi ſecundo momento eadem vi gravitatis latum foret per C G, ita ut motus in ſecundo momento ſit per F G; eodem modo, motus tertii momenti eſt per GH, & quarti momenti per HI; cum vero vis gravitatis continuo agat, illa temporis momenta minima ſunt ponenda, & ſic ubique dabitur motus aliter compoſitus, id eſt, directionis inflexio; in eo caſu ergo corpus *movetur in linea curva.*

* 190. TAB. XV. fig. 1.

209. Hic *motus corporis ex projectione* magis ſimpliciter conſiderari poteſt in omnibus projectionibus, quæ a nobis fieri poſſunt; quia omnes lineæ, quæ ad terræ centrum tendunt,

TAB. XIV.


Fig. 1.
A
B
C
D
E
F
G
H
3
4
5
6
8
Fig. 6.
G
R
S
M
A
P
B
Fig. 2.
B
A
P
D
E
M
Fig. 3.
B
A
P
E
D
M
Fig. 4.
Se. Ta.
Ta. Se.
E
B
A
C
Q
P
Fig. 5.
Se. Ta.
Ta. Se.
E
c
A
B
C
Q
P
Fig. 7.
C
A
D
B
P
p
Fig. 8.
E
D
C
A
B
P
p

dunt, pro parallelis haberi poſſunt; & directio ex illo motu ſemper eſt eadem; unde motus ex projectione *ex duobus* tantum *motibus conſtat*, *primo æquabili per lineam projectionis*, *ſecundo terram verſus accelerato* *.

Projicitur corpus per lineam AD, horizonti parallelam; temporibus æqualibus, ex illo motu, percurret partes æquales AB, BC, CD: Ex gravitate fertur motu ad horizontem perpendiculari, directione BF, CG, aut DH, quæ hic parallelæ ponuntur; motus hic eſt acceleratus, & ideo ſi poſt primum momentum corpus ſit in F, poſt ſecundum erit in G, poſt tertium in H, ita quidem ut poſito BF unum, CG erit quatuor, & DH novem *. Corpus percurret curvam * 131.
tranſeuntem per omnia puncta, quæ eodem modo ac F,G,H, determinari poſſunt, vocaturque *Parabola*.

Machina, qua hæc propoſitio ad Experimentum revocatur; conſtat ex tribus partibus, quarum conſtructio ex figura ſatis patet. A*b* eſt altitudinis ſex pollicum; DE eſt exacte ejuſdem altitudinis; longitudo *b*H eſt duodecim pollicum, poſito puncto H, ad diſtantiam unius pollicis ab extremitate cavitatis in qua punctum hocce ponitur. 210. TAB. XV. fig. 3.

Circulariter, aut juxta aliam curvam quamcunque, excavatur EA; & lamina ferri, ſtanno illiti, & admodum politi, obtegitur; ut globus æneus libere juxta illam curvam devolvi poſſit; in qua devolutione obſervandum, ut curvæ directio in A ſit horizontalis.

Dividitur A*b* in novem partes æquales, quarum A*f* una eſt, A*g* quatuor.

Quando huic primæ parti Machinæ conjungitur ſecunda B, pertingit hæc ad *g*, & *g*G eſt octo pollicum: ſi huic ſuperimponatur pars tertia C, pertingit hæc ultima ad *f*, & *f* F eſt quatuor pollicum. TAB. XV. fig 4.

Diameter globi P, qui in Experimentis dimittitur juxta curvam EA, eſt circiter ſemi-pollicis; nec minori globo, aut Machina, quam quæ hic deſcribitur, majori utendum: quo enim corpora ſunt minora & motus celeriores, eo etiam magis, ſervata proportione, motus per aëris reſiſtentiam retardatur; ut ſuo loco dicetur.

K Quan-

Quando globus P ab E dimittitur, devolvendo per curvam EA certam acquirit velocitatem, quæ in repetitis devolutionibus ſemper eſt eadem; eaque cum celeritate, & directione horizontali, motum continuat.

EXPERIMENTUM.

Junctis tribus Machinæ partibus, ut in fig. 4., dimittatur globus P ab E, impinget in F. Sublata parte minori C, iterum dimittatur globus, impinget in G. Sublata tandem parte B, & globo dimiſſo, impingit in H.

Si argilla mollis detur in H & G, punctum impactus exactiſſime notatur; in puncto F, propter directionem motus nimium obliquam, hæc methodus locum non habet; ſed repetitis Experimentis, ſolo viſu, punctum hocce ſatis determinatur.

211. Propoſitio n. 134. hac Machina Experimento confirmatur; nam, ut ſtatim dictum, globus devolvens per EA impingit in H.

TAB. XV. fig. 5.

Devolvendo per EA acquirit celeritatem, quam cadendo per ED potuiſſet acquirere *; ea cum celeritate, ex puncto A, horizontaliter projicitur, & æquabiliter ſecundum illam directionem movetur per *b*H, dum cadendo percurrit A*b*, ipſi ED æqualem; *b*H vero eſt ipſius A*b* aut ED dupla.

* 150.

212. Quæ de curva a corpore horizontaliter projecto dicta ſunt, etiam pertinent ad projectionem quamcumque.

Projiciatur corpus per AE, & ſint AB, BC, CD, DE, æquales; corpus percurret curvam AFGHI, ita ut BF, CG, DH, EI ſint inter ſe, ut 1. 4. 9. & 16.; in quo caſu etiam curva *Parabola* vocatur.

DEFINITIO.

213. Ducatur AI horizontalis, & curva ſtatim memorata ſecet illam in I; AI vocatur *amplitudo* jactus.

Motus corporum, quæ eadem celeritate projiciuntur, cum directionibus diverſe inclinatis, poſſunt inter ſe comparari.

Sit AL altitudo ad quam corpus, cum celeritate quacumque in altum projectum, adſcendere poteſt eadem cum celeritate projiciatur corpus per AB, ſecans in B ſemi-circulum diametro

AL

AL deſcriptum; deſignet AB hanc celeritatem, & ſit MB horizonti parallela. Motus per AB poteſt reſolvi in duos alios*, primum ſecundum MB horizontalem, & ſecundum per AM verticalem; hacque ſola ſecunda impreſſione corpus adſcendit: altitudo ergo, ad quam in hoc caſu corpus adſcendit, eſt ad altitudinem ad quam celeritate AB adſcenderet, ut AM quadratum ad AB quadratum*, id eſt, ut AM ad AL; hæc vero eſt altitudo ad quam corpus adſcendit celeritate cum qua projectio facta eſt; ergo & AM eſt altitudo maxima ad quam in hac projectione corpus pervenit. Tempore adſcenſus per AM, motu uniformi, eadem celeritate cum qua per AM movetur, duplum ſpatium corpus poteſt percurrere; ergo etiam in eo tempore, motu horizontali, percurret ſpatium duplum lineæ MB; cumque tempus caſus eſt æquale tempori adſcenſus*, amplitudo AB eſt quadruplum ejuſdem lineæ MB. Hæc vero demonſtratio, quæcumque ſit inclinatio directionis AB, procedit. Unde deducimus

* 192.

* 138.

* 136.

1. *Amplitudinem eſſe maximam, manente eadem celeritate, quando angulus projectionis eſt ſemirectus.* Tunc enim linea mb eſt omnium maxima, quia eſt radius ſemi-circuli. 214.

2. *Hoc caſu excepto, dantur ſemper duæ inclinationes, per quas amplitudo eſt eadem*; nam ſi per B ducatur B*b* parallela AL, ſecans ſemi-circulum in *b*, & *mb* horizonti parallela; hæc linea erit æqualis ipſi MB; ergo amplitudo jactus per A*b* eſt etiam AI. In parte 2. libri ſequentis hæc omnia Experimentis confirmabuntur.

Si celeritas mutetur, & corpus ſecundum eandem directionem projiciatur, amplitudo mutatur, in eadem ratione cum diametro AE; id eſt, *amplitudines, manente eadem directione, ſunt* ut altitudines ad quas corpora, iiſdem celeritatibus, in altum projecta, adſcendere poſſunt; ſunt ergo ut *quadrata celeritatum* *. 215.

* 138.

CAPUT XXV.

De Viribus Centralibus.

* 124. Corpus in motu, motum in linea recta continuat *, & ab ea non recedit, niſi impulſu novo agitetur; poſt impulſum motus eſt compoſitus, ex duobus naſcitur tertius
* 190. etiam in linea recta *. Si ergo corpus movetur in curva, omnibus momentis novo impulſu agitatur; curva enim ad rectas lineas revocari non poteſt, niſi concipiatur diviſa in partes infinitè parvas. Exemplum talis motus habemus in
* 208. projectione gravium *; aliud habemus in omnibus motibus circa punctum quaſi centrum.

216. *Corpus quod continuo verſus centrum aliquod pellitur, ſi projiciatur ſecundum lineam quæ per illud centrum non tran-*
217. *ſit, curvam deſcribit: & in omnibus punctis conatur ab illa curva recedere ſecundum directionem* curvaturæ, id eſt, *tangentis ad curvam*; ita ut ſi vis illa ſubito ab actione ceſſaret, corpus in recta linea per tangentem illam motum continuaret.

Lapis fundæ impoſitus, & in gyrum agitatus, curvam deſcribit, quia funda verſus manum omnibus momentis quaſi retrotrahitur; ſi ſibi relinquatur per curvæ tangentem recedit.

DEFINITIO I.

218. *Vis qua corpus in caſu prædicto a centro recedere conatur,* qualis eſt vis qua funda agitata diſtenditur, *vocatur* vis centrifuga.

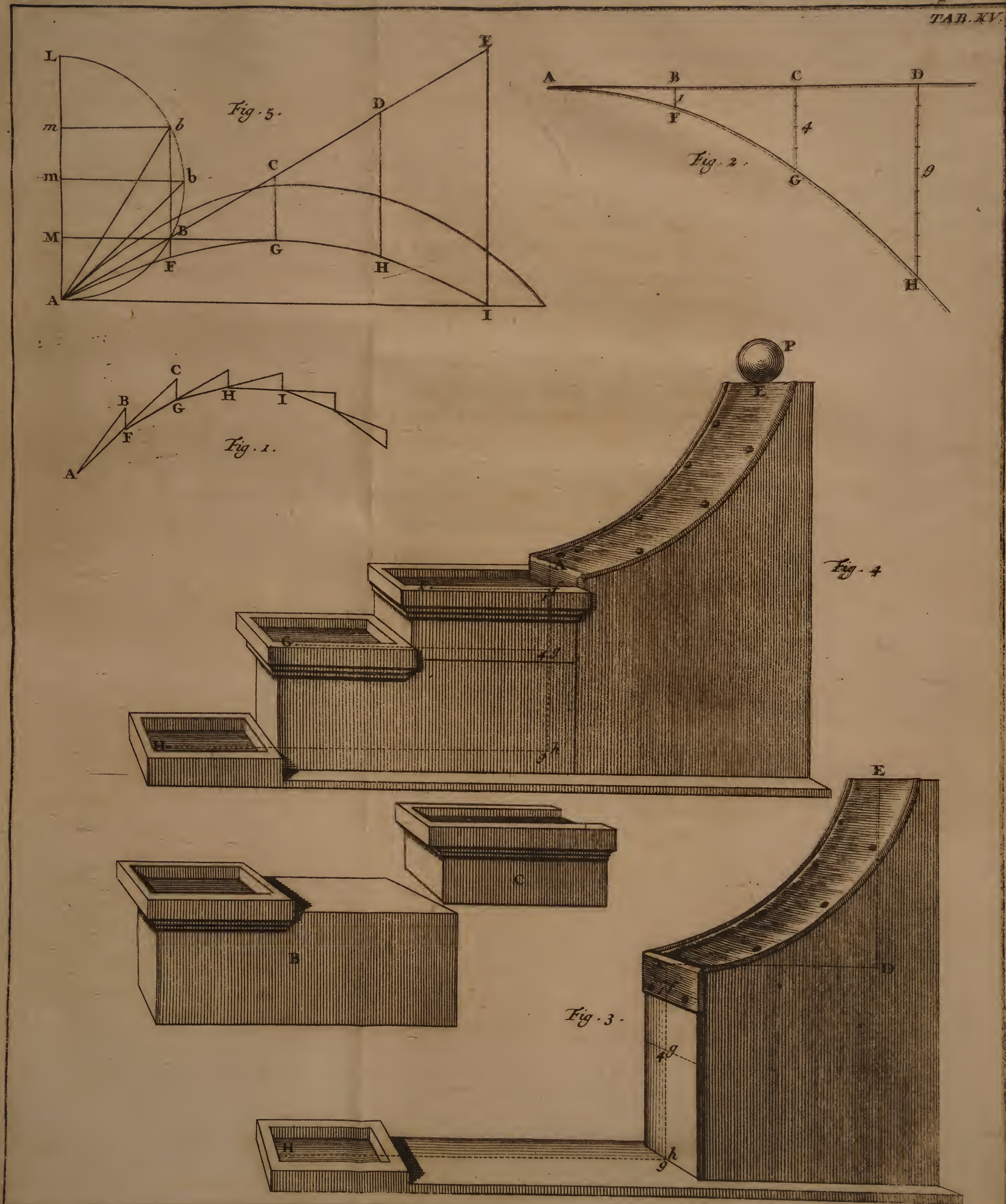
DEFINITIO 2.

219. *Vis* autem *qua corpus verſus illud centrum trahitur aut pellitur, vocatur* vis centripeta.

DEFINITIO 3.

220. Nomine communi iſtæ vires vocantur *vires centrales.*

221. *In omni caſu vis centrifuga & vis centripeta ſunt æquales inter ſe*; nam agunt contrarie & ſeſe mutuo deſtruunt. Funda agitata æqualiter verſus utramque partem diſtenditur *,


TAB. XV.
Fig. 5.
Fig. 2.
Fig. 1.
Fig. 4.
Fig. 3.
L
m
m
M
A
b
b
B
F
C
G
D
H
E
I
A
B
C
D
1
F
4
G
9
H
P
E
D
h
g
B
C
H

tur *, & lapis ea cum vi a manu conatur recedere, cum qua retinetur; id eſt, verſus manum trahitur. * 126.

Virium centralium maximus uſus eſt in Philoſophia Naturali; Planetæ omnes in gyros moventur, & plerique, ſi non omnes, circa axes rotantur.

Propoſitiones præcipuas circa haſce vires ſeligam & explicabo, illaſque Experimentis confirmabo; præmittenda vero eſt Machinarum deſcriptio; quibus hæc Experimenta peraguntur.

A eſt orbis ligneus diametri circiter duorum pedum cum ſemiſſe; illius ſectio verticalis datur in Fig. 2., in qua *a a* ipſius orbis ſectionem repræſentat, *g h* ſectionem ſuſtentaculi tornati, orbi perpendiculariter in centro adjuncti; conſtat hoc ex duabus partibus ſeparatis in D, quæ junguntur quatuor cylindris ferreis tenuibus, quorum extremitates annulis ex eodem metallo cohærent. 222. TAB. XVI. fig. 1. & 2.

Pars ſuperior ſuſtentaculi ſulco circumdatur *c c*; & cylindrice excavatur in *f g*, cujus foraminis diameter eſt trium partium quartarum unius pollicis.

Totius Machinæ pes datur in C, eſt ſolidiſſimus: ab una parte ei applicatur orbis A, cujus ſuſtentaculum liberrime trajicit foramen, in quadro ſuperiori pedis C; huic firmiter connectitur caput ligneum F (Fig. 3.), ita ut foramen in capite cum foramine in quadro congruat.

Orbis cum ſuſtentaculo ſuſtinetur ligno ED, in quo datur lamina ferrea, cui cuſpis æneus *h* inſeritur. Ad eam altitudinem cum pede Machinæ lignum hocce conjungitur, ut ſulcus *c c* caput memoratum vix excedat. Hujus ſuperficiei ſuperiori applicantur & ſulco inſeruntur laminæ ferreæ R, R, (Fig. 3.), quæ cum capite firmiter connectuntur quatuor cochleis ut *s s*.

Hiſce ita diſpoſitis, liberrime circa centrum horizontaliter orbis movetur, & ut commode circumvolvatur, ei additur, inter orbem & ſulcum *c c*, rota minor, cujus ſectio videtur in *b b*; in eo loco ſuſtentaculum eſt polygonum, & congruit cum foramine in ipſa rota, quæ per cochleas *e l*, *e l*, firmatur. Tres tales rotæ minores requiruntur, quarum periferiæ, in fundo ſulci quo circumdantur, ſunt inter

ſe ut unum, duo, tria; rotæ omnium minimæ diameter eſt circiter quinque pollicum.

Orbis B, priori ſimilis, eodem modo, in parte oppoſita pedis C circa centrum rotatur. Parva tamen inter ambos datur differentia; hujus orbis ſuſtentaculi pars inferior etiam eſt perforata, ut *ih* (Fig. 4.); commode nihilominus circumvolvitur, in *h* applicatur lamina metallica perforata, cui inſeritur tubus inhærens laminæ aliæ M, cujus ſectio verticalis videtur in L, & quæ in ligno ED pedis C hæret in *m*. Perforatur etiam lignum ED, in loco reſpondenti foramini ſuſtentaculi, ita ut filum a ſuperficie orbis per totum ſuſtentaculum & lignum ED trajiciatur.

Rota ut *bb*, quæ huic orbi B additur, cum eo cohæret, & eſt æqualis minimæ illarum quæ orbi A ſeparatim annectuntur.

Orbes A & B, aut conjunctim, aut ſeparatim, celeriter circumvolvuntur, ope rotæ majoris & verticalis Q: ad illud adhibetur Machina Fig. 5.; conſtat ex plano ligneo, cui perpendiculariter inhæret parallelopipedum, in cujus ſuperficie ſuperiori extremitatibus verticaliter inſeruntur trochleæ *v*, *v*, & a latere in extremitate altera datur trochlea tertia horizontalis *t*. Superficies hæc ſuperior, quando Machina pedi C applicatur, eſt in eodem plano horizontali cum rotis minoribus orbibus conjunctis.

Sit Orbis B ſolus circumvolvendus; Machina Fig. 5. pedi C connectitur, ope duarum cochlearum tranſeuntium per foramina ut *x*, in plano inferiori Machinæ, quæ diſponitur ut illius ſuperficies ſuperior, erga rotam minorem Orbi adhærentem, ſitum habeat, qui in Fig. 6. videtur, in qua *b* rotam illam minorem deſignat: funis circumit rotam majorem Q, & ab inferiori hujus parte tendit a *d* verſus *v*, circumdatur rotæ *b*, & juxta trochleam *t*, verſus *c*, ad partem ſuperiorem rotæ Q pervenit.

In Fig. 7. ſitus Machinæ Fig. 5. repræſentatur, quando ambo Orbes ſimul circumrotandi ſunt; funis diſpoſitio ex inſpectione figuræ liquet, ab *v* tendit verſus *d*, ad rotæ majoris Q partem inferiorem.

In

In multis Experimentis ulterius requiruntur pyxides oblongæ IF, IF, quæ orbibus imponuntur, & cochleis ibi firmantur; in unaquaque centrum Orbis cum medio pyxidis congruit, & ibi datur foramen æquale foramini *g f* (Fig. 2.), & huic reſpondens, illi inſeritur cylindrus ligneus N (Fig. 2.), ut videtur in G, G; hunc trajicit, & in eo hæret, tubulus vitreus, diametri circiter quartæ partis unius pollicis, cujus extremitates per lampadis flammam fuſæ anguſtum in medio foramen habent; ita ut per tubum filum, aut funis tenuis, ſine attritu ſenſibili, moveatur.

Pyxis Globum continet, filo cohærens, quod per tubum memoratum immittitur, & in ſeparatione D ſuſtentaculi Orbis cum pondere O (Fig. 7.) connectitur, ope cochleæ. Pondus parti inferiori ſuſtentaculi imponitur, & receſſu Globi a centro elevatur.

Pondus hocce eſt Orbis plumbeus, diametri circiter duorum pollicum; in centro perpendiculariter ei inhæret cylindrus æneus, cujus extremitas ſuperior ad filum recipiendum in duas partes ſeparatur, quæ ope cochleæ conjunguntur; ponderat Orbis cum cylindro ſemi-libram, duo talia pondera dantur.

Dantur varia alia pondera, quædam ſemi-libræ, alia quadrantis, quorum figura datur in P (Fig. 7.), & quæ prædicto ponderi O ſuperimponuntur, ut ſic ad libitum pondus cum Globo conjunctum variari poſſit.

Quando corpus plano impoſitum, cum iſto plano, æquali in 223.
tempore, circa commune centrum revolvitur, & circulum deſcribit; ſi vis centripeta, qua corpus, omnibus momentis, verſus centrum trahitur aut pellitur, agere ceſſet, & planum eadem celeritate movere continuet; corpus a centro recedere incipit, reſpectu plani, per lineam quæ per centrum tranſit.

Experimentum I.

Detur Globus funi tenui cohærens, extremitaſque altera fixa ſit in centro Orbis unius A aut B, & ſolus circumvolvatur, donec Globus ei impoſitus eodem tempore cum illo circumrotetur; reſpectu Orbis quieſcit Globus, & in eo ſitu,

ſolo

ſolo fune centro Orbis alligato, retinetur; nullam ergo impreſſionem in illo plano patitur, niſi qua funis diſtenditur, id eſt, cujus directio per centrum Orbis tranſit; & ſic, ſi ſibi relinquatur, non poteſt in illo plano, in primo momento, ſecundum aliam directionem moveri.

224. *Quando corpus circa centrum movetur, ſi inter movendum magis ad centrum accedat, acceleratur illius motus; retardatur contra, ſi a centro recedat.*

EXPERIMENTUM 2.

Orbi B cohæret pyxis F I, per cujus centrum Orbi inſeritur cylindrus G, cum ſuo tubo vitreo, ut in deſcriptione Machinæ dictum.

Globus L filo alligatus, pyxidi imponitur; filum tranſmittitur per tubum ſtatim memoratum, ut & per integrum Orbis ſuſtentaculum, & infra lignum E D pervenit; manu extremitas fili retinetur.

Orbis circumrotatur; in illo motu lateri uni pyxidis Globus ſe applicat, & circumfertur, ita ut æquali celeritate cum pyxide moveatur. Trahatur filum ut Globus magis ad centrum accedat, ſtatim in latus oppoſitum pyxidis impinget, quia celerius quam ipſa pyxis movetur. Nunc ſi manus admoveatur, Globus a centro recedit, & in latus primum pyxidis impingit, quia tardius quam pyxis movetur.

Hæc acceleratio in acceſſu corporis ad centrum, & retardatio ex receſſu, a Geometris determinatur; moveatur TAB. XVI. fig. 11. ex. gr. corpus, quod fertur verſus centrum C, in curva AE, celerius movetur in E, tardius in A: ducantur lineæ AC, BC, & EC, DC, ita ut areæ ABC & DEC ſint æquales inter ſe, portiones curvæ AB, DE, in temporibus æqualibus, a corpore deſcribuntur; & ideo,

225. *corpus, quod vi verſus centrum tendens in curva retinetur*, dicitur *deſcribere areas circa illud centrum temporibus proportionales.*

226. Hujus propoſitionis inverſa etiam demonſtratur, *corpus quod movetur in linea aliqua curva in plano, & deſcribit areas circa punctum quoddam temporibus proportionales, a recta linea detorqueri & urgeri vi tendente ad idem punctum.*

Quo

Quo major eſt quantitas materiæ in aliquo corpore, eo major eſt illius vis centrifuga; quod oritur ex majori motus quantitate. 227.

Si liquida variæ denſitatis in ſpatio determinato includantur, ita ut graviora a centro non poſſint recedere, quin leviora ad illud accedant, & diſpoſita ſint ut pondere ſuo graviora ad centrum accedant, in motu circa illud centrum leviora verſus hoc feruntur, & graviora centrum fugiunt. 228.

Si ſolidum cum liquido ſpatio determinato includatur, idem dicendum ac de duobus liquidis; ſi liquido levius fuerit ad centrum accedit, ſi gravius ab eo recedit. Quæ omnia oriuntur ex majori vi centrifuga in graviori corpore.

Experimentum 3.

Quatuor tubi vitrei, diametri circiter unius pollicis, & longitudinis unius pedis, plano inclinato firmiter alligantur, hermetice ab utraque parte clauſi. In primo datur mercurius cum aqua; in ſecundo oleum tartari per diliquium cum ſpiritu vini; in tertio aqua cum globo plumbeo; in quarto tandem aqua cum fruſto ſuberis; omnes pro dimidia parte vacui relinquuntur. TAB. XVI. fig. 8.

Planum hocce inclinatum Orbi A aut B imponitur, ita ut pars inferior plani fere ad Orbis centrum pertingat; & ope duarum cochlearum, quarum una tranſit per *x* (Fig. 8.), Orbi annectitur. Circumvolvatur Orbis, ſtatim pars inferior tuborum vacua remanebit, & corpora graviora locum a centro maxime remotum occupabunt; ſuber deſcendit & hæret in inferiori aquæ parte, dum globus plumbeus ad extremitatem uſque tubi adſcendit. TAB. XVI. fig. 1.

Vires centrales non modo reſpectu quantitatis materiæ differunt, ſed etiam diſtantia a centro mutationem affert, ut & celeritas cum qua circumvolvitur corpus; præter hæc nihil in iſtis viribus datur ex quo differentia inter illas oriri poſſit, & in comparandis iſtis viribus hæc ſola conſideranda ſunt. 229.

Definitio 4.

Tempus periodicum, *eſt tempus in quo corpus circa centrum revolvens integram revolutionem peragit*; id eſt, ſi 230.

curvam deſcribat quæ in ſe redit, tempus elapſum inter receſſum a puncto & acceſſum ad idem punctum: ſi curva in ſe non redeat, pro puncto linea per centrum tranſiens ſumenda eſt.

Tempus periodicum pendet a corporis celeritate, & ideo in comparandis viribus centralibus tempus hocce loco celeritatis conſiderari poteſt.

231. *Quando tempora periodica ſunt æqualia, & diſtantiæ æquales a centro, vires centrales ſunt ut quantitates materiæ in corporibus quæ revolvuntur.*

EXPERIMENTUM 4.

TAB. XVI. fig. 1. Applicatur Orbi *A*, rota omnium minima, ex tribus rotis ut *b b*, de quibus in deſcriptione Machinæ; ita ut ſi ambo Orbes A & B ſimul agitentur motu rotæ Q in tempore æquali circumvolvantur; ſingulis applicantur pyxides oblongæ I F, I F; & cylindri cum tubulis vitreis G, G, per foramina in medio pyxidum, ſuſtentaculis Orbium inſeruntur.

Globus L ponderis ſemi-libræ pyxidi Orbis B imponitur, & globus L ponderis unius libræ pyxidi Orbis *A*; filis per tubulos G, G, tranſeuntibus globi connectuntur; fila hæc ponderibus, in ſeparationibus ſuſtentaculorum Orbium poſitis, annectuntur; ita ut diſtantiæ globorum a centro, quando fila extenduntur, & non elevantur pondera, ſint æquales; nunc ſit pondus in ſeparatione ſuſtentaculi Orbis A unius libræ, in ſeparatione ſuſtentaculi Orbis B ſemi-libræ; aut ſit hoc unius libræ, & illud duarum librarum.

Moveatur rota Q celerius atque celerius, donec globorum vi centrifuga pondera ſtatim memorata eleventur; ambo eodem exacte temporis momento in altum ferentur. Pondera ergo quæ ſunt ut corpora, cæteris paribus, vi centrifuga ſuperantur.

232. *Quando quantitates materiæ in corporibus circumrotatis ſunt æquales, & tempora periodica æqualia, vires centrales ſunt ut diſtantiæ a centro.*

EXPERIMENTUM 5.

TAB. XVI. fig. 1. Hocce Experimentum eodem modo ac præcedens peragitur; pro globo ſemi-libræ, pyxidi Orbis B globus alteri

æqua-

æqualis, id eſt, unius libræ, imponitur. Diſtantiæ globorum a centro ſint in quacunque ratione, ſi pondera cum quibus globi conjunguntur eandem inter ſe habeant proportionem, & rota Q motu continuo accelerato circumagatur, eodem exacte temporis momento pondera elevantur. Sit ex. gr. diſtantia globi ſuper Orbe A duodecim pollicum, & pondus ei annexum unius libræ cum ſemiſſe; diſtantia alterius globi ſit octo pollicum, & pondus annexum unius libræ; Experimentum procedet.

Quando tempora periodica ſunt æqualia, ſed diſtantiæ a centro & quantitates materiæ in corporibus revolventibus differunt, vires centrales ſunt in ratione compoſita, quantitatum materiæ, & diſtantiarum; quod ex duabus ultimis propoſitionibus ſequitur. Ad illam rationem compoſitam determinandam, quantitas materiæ in unoquoque corpore per ſuam diſtantiam a centro multiplicanda eſt, & producta quæſitam inter ſe rationem habent. 233.

EXPERIMENTUM 6.

Si in Experimento ultimo globus Orbi B impoſitus mutetur, & globus ſemi-libræ ad eandem diſtantiam octo pollicum a centro pyxidi imponatur, mutetur etiam pondus ei annexum, & pro una libra, ſemi-libra adhibeatur, Experimentum procedet, & pondera eodem tempore adſcendere incipient. Multiplicando globum ſemi-libræ per diſtantiam a centro octo pollicum, productum eſt quatuor; & multiplicando globum unius libræ per diſtantiam duodecim pollicum a centro, productum eſt duodecim, quæ producta ſunt inter ſe ut unum ad tria, id eſt, ut pondera ſemi-libræ, & unius libræ cum ſemiſſe, quæ in hoc Experimento ſimul elevantur.

Differentiæ virium centralium, ex differentia diſtantiarum a centro & quantitatibus materiæ oriundæ, ſeſe mutuo poſſunt compenſare; nam *poſitis quantitatibus materiæ in corporibus circumactis in ratione inverſa diſtantiarum a centro, vires centrales erunt æquales*; quantum vis una alteri major eſt reſpectu quantitatis materiæ, tantum hæc illam ſuperat propter majorem diſtantiam. 234.

EXPERIMENTUM 7.

Sit globus ſemi-libræ ad diſtantiam a centro quatuordecim pollicum; globus unius libræ ad diſtantiam ſeptem pollicum; cæteris manentibus ut in Experimento præcedenti, ſi pondera in ſuſtentaculis Orbium fuerint æqualia, eodem momento adſcendent.

235. Caſus hujus propoſitionis exſtat, *quando duo corpora filo juncta circa commune centrum gravitatis revolvuntur.* Diſtantiæ enim ab illo centro ſunt in ratione inverſa ponderum corporum *, & ergo vires centrales æquales. Vi qua corpus unum a centro conatur recedere, alterum ad centrum trahitur; & propter virium æqualitatem *ſeſe mutuo retinent & motum continuant*; ſi circa aliud punctum revolvantur, motum non continuant, & corpus, cujus vis centrifuga præpollet, a centro recedit, & corpus aliud ſecum fert.

* 95, 90.

EXPERIMENTUM 8.

TAB. XVI. fig. 10.

Corpora duo inæqualia P & Q filo junguntur, & in hoc notatur punctum C, centrum commune gravitatis illorum corporum quando filum diſtenditur.

In hoc Experimento unicus adhibetur Orbis, ei imponitur pyxis oblonga ab utraque parte Orbem excedens, & cujus medium cum centro Orbis congruat. Pyxidi huic corpora ſtatim memorata imponuntur, & filo quo junguntur manente extenſo, punctum C puncto medio pyxidis admovetur. Circumrotatur Orbis, corpora cum pyxide circumferuntur, & in hac quieta manent. Removeatur punctum C a medio pyxidis, in circumvolutione corpora ambo ferentur ad illam pyxidis extremitatem cui punctum C magis acceſſit.

Differentia virium centralium ex differentia temporis periodici etiam determinatur.

236. * *Quando quantitates materiæ in corporibus circumrotatis, & diſtantiæ a centro ſunt æquales, vires centrales ſunt in ratione inverſa quadratorum temporum periodicorum*, id eſt, directe ut quadrata revolutionum eodem tempore peractarum.

EXPERIMENTUM 9.

Orbi A applicatur rota ut *b b*, (Fig. 2.) cujus circumferentia eſt dupla circumferentiæ rotæ illius quæ cum Orbe B cohæret; ita ut B, quando Orbes ſimul moventur, bis revolvatur dum A ſemel, id eſt, hujus tempus periodicum eſt duplum temporis periodici illius. TAB. XVI. fig. 1.

In utraque pyxide IL, IL, globus unius libræ imponitur, ad diſtantias æquales a centro. In Orbe B conjungitur globus cum pondere duarum librarum in ſuſtentaculo, & alter globus cum pondere ſemi-libræ in ſuſtentaculo Orbis A. Circumrotantur Orbes, & pondera ſimul adſcendunt. Pondera hic ſunt ut 1. ad 4. dum tempora periodica ut 2. ad 1. quorum quadrata ſunt reciproce ut 1. ad 4.

Quomodocunque inter ſe vires centrales differant, ex 237.
jam dictis inter ſe poſſunt comparari; nam *ſunt ſemper in ratione compoſita, ex ratione quantitatum materiæ in corporibus revolventibus* *, *& ratione diſtantiarum a centro* *, * 231.
ut & ratione inverſa quadratorum temporum periodicorum *. * 232. * 236
Multiplicando quantitatem materiæ in unoquoque corpore per ſuam diſtantiam a centro, & dividendo productum per quadratum temporis periodici, quotientes diviſionum erunt in dicta ratione compoſita, id eſt, ut vires centrales.

EXPERIMENTUM 10.

Obſervatis iiſdem quæ in Experimento præcedenti, detur globus ſemi-libræ, ad diſtantiam octo pollicum a centro Orbis B, & cum pondere unius libræ in ſuſtentaculo conjungatur; globus alter ſit unius libræ, ad diſtantiam duodecim pollicum a centro Orbis A, & conjungatur cum pondere dodrantis unius libræ; circumagantur Orbes, eodem momento pondera elevantur.

Corpora hic ſunt ut $\frac{1}{2}$ ad 1.; diſtantiæ ut 8. ad 12.; quadrata temporum periodicorum ut 1. ad 4.; multiplicando $\frac{1}{2}$ per 8., & dividendo productum per 1., quotiens eſt 4.; multiplicando 1. per 12., & dividendo productum per 4.; quotiens diviſionis eſt 3. Vires ergo centrales ſunt inter ſe ut 4. ad 3., quam rationem pondera in ſuſtentaculis etiam inter ſe habent.

238. *Quando quantitates materiæ ſunt æquales, diſtantiæ ipſæ per quadrata temporum periodicorum dividuntur, ad determinandam proportionem inter vires centrales.*

239. In eo caſu *ſi quadrata temporum periodicorum fuerint inter ſe ut cubi diſtantiarum*, quotientes diviſionum *erunt in ratione inverſa quadratorum diſtantiarum*; & in ea ratione etiam *vires centrales*.

EXPERIMENTUM II.

Sint ut in duobus ultimo deſcriptis Experimentis tempora periodica Orbis B & A, ut 1. ad 2.; dentur globi æquales, & diſtantia a centro in Orbe B ſit decem pollicum, alterius globi diſtantia a centro ſit ſedecim pollicum, pondus primo annexum ſit unius libræ cum quadrante, & pondus in ſuſtentaculo alterius Orbis A ſit ſemi-libræ; in rotatione Orbium pondera eodem momento adſcendunt.

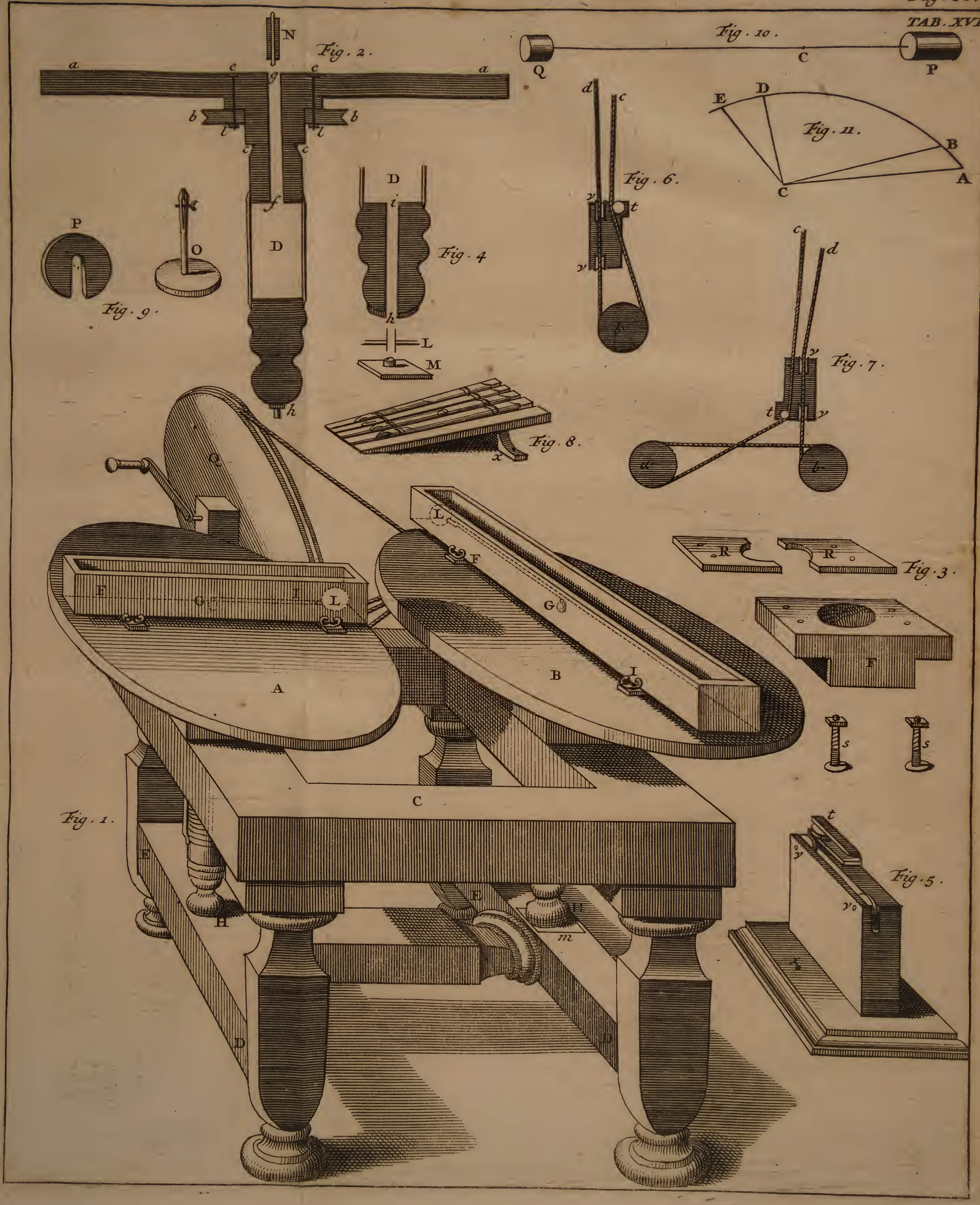
In hocce Experimento vires centrales ſunt ut 5. ad. 2. quod
* 238. etiam computatione detegitur*. Hæc ratio paululum admodum differt a ratione inverſa quadratorum diſtantiarum, quæ ſunt inter ſe ut 200. ad 512.: cubi etiam diſtantiarum ſunt fere ut quadrata temporum periodicorum; hæc ſunt ut 1. ad 4., illi ut 125. ad 512. quæ rationes non admodum differunt. Aliis adhibitis numeris hæ rationes exacte eædem erunt, & Experimentum eodem modo procedet; ſed non commode tempora periodica, aut pondera, ſecundum quamlibet rationem variari poſſunt.

240. Quando vis, qua corpus verſus punctum fertur, non ubique eſt eadem, ſed cum diſtantia a centro creſcit, aut minuitur, ſecundum certam proportionem, variæ inde oriuntur curvæ.

241. Si vis decreſcat, in ratione inverſa quadratorum diſtantiarum ab illo puncto, deſcribet corpus *Ellypſin*, curvam ovalem in qua duo dantur puncta quæ foci vocantur, & punctum verſus quod vis dirigitur cum altero illorum coïncidit; ita ut in unaquaque revolutione ſemel ad hoc accedat corpus, & iterum ab hoc recedat. Circulus ad illud genus curvarum pertinet, & ſic in hoc caſu corpus etiam circulum poteſt deſcribere: poſſunt etiam, poſita majori celeritate in

cor-

TAB. XVI.



corpore, ab eo duæ reliquæ ſectiones conicæ *Parabola* & *Hyperbola* deſcribi, quæ curvæ in ſe non redeunt.

Contra ſi vis creſcat cum diſtantia, & quidem in ratio- 242.
ne ipſius diſtantiæ, iterum corpus *Ellypſin* deſcribit; ſed punctum, ad quod vis dirigitur, eſt Ellypſeos centrum, & corpus in unaquaque revolutione bis accedit ad illud punctum, & iterum ab illo recedit. Poteſt etiam & hic corpus in circulo moveri ex ratione ſtatim memorata.

Experimentum 12.

Longiori filo ſuſpendatur globus plumbeus; ſi a puncto in quo quieſcit retrahatur, gravitate ſua ſemper verſus hoc fertur; & ab omni parte, ſi diſtantia fuerit æqualis, æquali cum vi. In motu ſuo a puncto memorato globus circulum deſcribit, verſus partem quamcunque retrahatur: ſi portiones circuli non fuerint admodum magnæ, cum *cycloïde* coïncidunt, & vis cum qua globus, in quocumque puncto, fertur verſus punctum infimum, eſt ut illius diſtantia ab hocce puncto*; vis ergo illa creſcit in ratione diſtantiæ. * 156.

Retrahatur globus a puncto infimo, & oblique projiciatur, figuram ovalem circa hocce punctum deſcribet, quæ, quando globus per ſpatium magnum non excurrit, ab Ellypſi fere nihil differt, propter virium proportionem, & quia in eo caſu ad ſenſum in eodem plano movetur globus.

Centrum Ellypſis eſt punctum in quo globus quando non projicitur quieſcit, in unaquaque revolutione bis ad illud globus accedit, & bis ab illo recedit. Si ſupra menſam globus ſuſpendatur ita ut fere menſam quando quieſcit tangat, & punctum cui tunc reſpondet in menſa notetur, Experimentum multo fit magis ſenſibile; inſequendo globum illius via cum creta in menſa notari poteſt.

Si proportio, in n. 241. & 242. memorata, virium quibus
corpus verſus punctum urgetur, paulum mutetur, non 243.
amplius corpus Ellypſin deſcribet; ſed curvam, quæ ſæpe ad Ellypſin poteſt revocari, ponendo ipſum planum in quo corpus movetur aliquo motu agitatum, & ſic ipſam Ellypſin mobilem.

Ex-

EXPERIMENTUM 13.

Iiſdem poſitis ac in Experimento præcedenti, projiciatur globus ut ad diſtantiam majorem excurrat; curvam deſcribit quæ ad ovalem mobilem referri poteſt; bis in unaquaque revolutione quidem accedit ad centrum, & bis ab eo recedit; ſed ſitus punctorum, in quibus minime aut maxime diſtat, in ſingulis revolutionibus mutatur, & ſemper verſus eandem partem hæc puncta feruntur, illorumque motus cum globi motu conſpirat.

CAPUT XXVI.

De Legibus Elaſticitatis.

*44. QUid ſit *Elaſticitas*, & unde oriatur, jam vidimus*; etiam quid ex eo in congreſſu corporum, ſive directe, ſive oblique, in ſe mutuo impingentium eveniat; ſupereſt ut ipſius *Elaſticitatis leges* examinemus, illudque ex Phænomenis.

Omnia corpora, in quibus *Elaſticitatem* obſervamus, conſtant ex filamentis tenuibus, aut ſaltem quaſi ex talibus conſtantia conſiderari poſſunt; in hoc enim caſu corpus in fila diviſum concipi poteſt; illaque fila, ad ſe mutuo appoſita, corpus conſtituere; ut ergo in caſu omnium minime compoſito *Elaſticitas* examinetur, chordæ conſiderandæ ſunt, & quidem metallicæ; chordæ enim ex inteſtinis ovium ſpiram formant; & non ut fibræ, ex quibus corpora formantur, conſiderari queunt.

244. *Fibrarum Elaſticitas in eo ſita eſt, quod extendi poſſint, & ſublata vi qua producuntur, iterum ad priſtinam longitudinem redeant.*

245. *Fibræ nullam habent* Elaſticitatem, *niſi certa cum vi tenſæ ſint*; ut patet ex chordis parum tenſis, & quarum extremitates fixæ ſunt; quæ ſi a ſitu paululum removeantur, ad illum non redeunt: quiſnam vero ſit gradus tenſionis, in quo *Elaſticitas* inchoetur, Experimentis nondum fuit determinatum.

Quan-

Quando nimia cum vi fibra tenditur, Elaſticitatem *amittit*; & neque gradus hicce tenſionis notus eſt; illud conſtat tenſionem fibrarum, quæ *Elaſticitatem* conſtituit, certis limitibus terminari. 246.

Ex hiſce patet differentia corporum elaſticorum & non elaſticorum; quare corpus elaſticum elaſticitatem amittit, & quomodo elaſticitate deſtitutum proprietatem illam acquirit. Lamina metallica, repetitis mallei ictibus, fit elaſtica, calefacta vim illam amittit. 247.

Inter limites tenſionis, quibus elaſticitas terminatur, pro vario tenſionis gradu, vis diverſa requiritur, ad chordam certa quantitate producendam; quænam hic proportio locum habeat Experimentis determinari debet, quæ, ut jam dictum, cum chordis metallicis inſtituenda ſunt. Cum vero hæ chordæ vix ſenſibiliter producantur, directe productionum proportiones menſurari nequeunt; alia methodo hæ determinantur.

Sit chorda horizontalis A B, certa vi tenſa; cujus extremitates in A & B fixæ ſunt; pondere in medio chordæ appenſo inflectatur chorda, ut ſitum ACB acquirat. TAB. XVII. fig. 1.

D E F I N I T I O.

Linea ut C *c a puncto medio chordæ poſt inflexionem, ad punctum medium in ſitu naturali, vocatur* chordæ ſagitta. 248.

Sit *c e* circuli portio, centro B, & radio B *c*, deſcripti. Hac inflexione dimidia pars chordæ producta fuit quantitate C *e*, quæ quantitas cum ſagitta C *c* certam relationem habet.

Pondus etiam, quo chorda inflectitur, certam cum vi, qua fibra producitur, id eſt, per BC trahitur, relationem habet; & ita comparando in variis Experimentis ſagittas C *c*, & pondera quibus chordæ inflectuntur, productionum proportiones determinantur, ut ex ſequentibus Experimentis patebit.

Machina, qua Experimenta illa peraguntur, eſt tabula lignea verticalis, longitudinis circiter trium pedum, altitudinis unius pedis. 249. TAB. XVII. fig. 2.

Regulæ ligneæ *m n*, *m n*, tabulæ cohærent, & iis ſuſtinen-

tur duo Priſmata H, H, ad formam cunei, quæ juxta illas regulas moventur, & ubique, ope cochlearum tranſeuntium per ſciſſuras in tabula, firmantur.

Dantur inter A & B diviſiones æquales, a medio tabulæ verſus partem utramque, ad ſitum Priſmatum determinandum.

In O datur ſulcus, quo Machinæ a latere connectitur trochlea T, cujus figura datur in F, fig. 8. Tab. XIII.

Chorda, cum qua Experimenta fiunt, ab una parte annectitur extremitati regulæ *mn*, & ab alia parte circumit trochleam T, pondere P illam tendente, & Priſmatibus H, H, in punctis, quæ a medio Machinæ æque diſtant, illam ſuſtinentibus.

Medio Tabulæ inſeritur lamina ænea *de*, in partes minimas diviſa, juxta quas diviſiones movetur lamina ænea *fg*, quæ chordæ appenditur, & in qua foramen datur per quod hæc immittitur; huic laminæ conjuncta eſt lanx L, quæ una cum lamina *fg* exacte eſt ponderis unius unciæ.

Longitudo chordæ in Experimentis determinatur per diſtantiam inter apices Priſmatum H, H; nam in inflexionibus minimis per pondera in C appenſa, circa quas ſolas Experimenta fiunt, chorda ſuper Priſmatibus non movetur, pondus P non elevatur, & pars ut AB ſola inflexionibus iſtis producitur.

In chordæ inflexionibus ſagittæ menſurantur per diviſiones laminæ *ed*, nam extremitas *g* laminæ *gc* æqualiter ſemper cum puncto C, in chordæ inflexione, deſcendit.

EXPERIMENTUM I.

250. Sit pondus P duarum librarum, & inflectatur chorda in C pondere unius unciæ, id eſt, pondere lancis & laminæ *fg*, noteturque diviſio in lamina *ed*, ad quam extremitas *g* laminæ *fg* deſcendit. Mutetur pondus P, & ſit quatuor librarum, duplicandum etiam eſt pondus quo chorda inflectitur, ut deſcendat *g* ad eandem diviſionem, & pondus hoc eſt duarum unciarum; tres unciæ ad eandem inflexionem requiruntur, quando pondus P eſt ſex librarum.

251. Ex hoc Experimento ſequitur, *pondus, quo certa quantita-*

titate producitur fibra, eſſe in variis gradibus tenſionis fibræ, ut ipſa tenſio; ſi dentur ex. gr. tres fibræ ejuſdem generis, longitudinis, & craſſitiei, quarum tenſiones ſunt ut 1. 2. & 3.; pondera quæcunque in eadem proportione æqualiter producunt illas fibras.

Ejuſdem fibræ productiones minimæ ſunt inter ſe quam pro- ximè ut vires quibus fibræ producuntur. Detur ex. gr. fibra tenſa pondere centum unciarum, ſi ſeparatim producatur viribus unius unciæ, duarum unciarum, & trium unciarum, productiones erunt quam proxime ut unum, duo, & tria, id eſt, unaquæque uncia ſuperaddita æqualiter producit fibram: nam tenſiones ponderibus 100. 101. & 102. unciarum, quibus in ſingulis caſibus, quando uncia ſuperadditur, tenditur fibra, ſenſibiliter inter ſe non differunt. 252.

Hæc fibrarum proprietas ad inflexionem ipſarum applicari poteſt, & magni uſus eſt. Inflectatur chorda A B, ita ut ſitus A *c* B, A *c* B, & A C B acquirat, ita tamen ut in maxima inflexione ſagitta non ſit quartæ partis unius pollicis, poſita chordæ longitudine duorum pedum cum ſemiſſe; in iſtis caſibus productiones chordæ ſunt admodum parvæ, ergo in ratione virium, a quibus oriuntur *, & iſtas vires deſignant; denotet c D vim qua chorda non inflexa tenditur, & centro B deſcribatur circulus D *d*; lineæ *dc*, *dc*, *d*C, quæ ſuperant lineam c D, quantitate qua in ſingulis caſibus fibra fuit producta, exprimunt vires integras, quibus in ſingulis caſibus fibra tenditur. Sed hic arcus D *d* vix eſt unius gradus, & D ſemper a puncto c ſatis diſtat, quare D *d* pro linea recta ipſi c C parallela haberi poteſt, & lineæ *c d*, *c d*, C *d* in eadem ſunt ratione cum lineis *c* B, *c* B, C B. Punctum ideo C verſus B & A ſemper trahitur, viribus lineæ C B aut C A proportionalibus; & vis qua chorda inflectitur, cujus directio eſt per c C, eſt ut dupla ſagitta *, aut ut ipſa ſagitta. *In omnibus ergo chordæ cujuſcunque inflexionibus minimis, ſagitta creſcit & minuitur in eadem ratione cum vi qua chorda inflectitur.* 253.

TAB. XVII. fig. 5. — * 252. — * 203.

EXPERIMENTUM 2.

Chorda A B, pondere quocunque tenſa, inflectitur pon- TAB. XVIII. fig. 2.

deribus unius unciæ, duarum, & trium unciarum, deſcenſus puncti *g*, id eſt, ipſæ ſagittæ, ſunt inter ſe ut unum, duo, & tria.

254. *In chordis ejuſdem generis, craſſitiei, & æqualiter tenſis, ſed diverſæ longitudinis, productiones, quæ ex ſuperadditis æqualibus ponderibus oriuntur, ſunt inter ſe ut chordarum longitudines.* Ex eo hoc patet, quod chorda in omnibus punctis ſit æque tenſa; productio ergo integræ chordæ eſt dupla productionis dimidiæ partis, aut chordæ dimidiæ longitudinis.

TAB. XVII. fig. 4. Quod ad inflexionem illarum chordarum attinet, ſint A B, *ab*, chordæ ejuſdem generis & craſſitiei, ſed diverſæ longitudinis, æque tenſæ & ita inflexæ, ut A C B ſit ſitus illius, *a d b* hujus inflexio; & ſint triangula B C *c* & *b* D *d* ſimilia: *c* B eſt ad D *b*, id eſt, chordarum longitudines; ut CB ad *db*; chordæ ergo proportionaliter ad longitudines producuntur, & ideo viribus æqualibus, juxta directiones *b d*, *a d*, BC, AC trahuntur *; propter ſimilitudinem autem triangulorum ſtatim memoratorum vires etiam juxta *c* C & D *d* agentes ſunt æquales inter ſe *, & *ſagittæ c* C, D *d ſunt ut chordarum longitudines*; quod igitur, *cæteris paribus*, *in chordis inæqualibus & inflexis* ſemper obtinet.

* 254.

255.

* 203.

EXPERIMENTUM 3.

TAB. XVII. fig. 2. Chorda A B pondere quocunque tenditur, poſitis Priſmatibus H, H, ab utraque parte ad ſextam diviſionem; inflectatur pondere quocunque, ita ut ſagitta ſit ſex diviſionum laminæ *c d*. Mutentur Priſmata & ad quartam tabulæ diviſionem ab utraque parte ponantur, ſagitta erit quatuor diviſionum laminæ, & ſic pro quocunque ſitu Priſmatum.

Fibræ ejuſdem generis, ſed diverſæ craſſitiei, inter ſe comparantur; poſſunt conſiderari quaſi formatæ ex multis fibris tenuiſſimis ejuſdem craſſitiei, quarum numerus in fibris memoratis erit in ratione ſoliditatis harum fibrarum, id eſt, ut quadrata diametrorum, aut ut pondera quando fibræ ſunt æquales. Viribus ergo in eadem ratione quadratorum diametrorum, hæ fibræ æqualiter tenduntur; quæ etiam ratio inter vires, quibus chordæ inflectuntnr, requiritur, ut ſagittæ datis fibris æqualibus ſint æquales. Sed minuendo in eadem ratione vim, qua fibra tenditur, cum vi, qua infle-

cti-

ctitur, ſagitta non mutatur *; *poſitis* igitur *viribus*, *quibus fibræ tenduntur*, *æqualibus*, *ſi æqualibus viribus inflectantur*, etiam in eo caſu *ſagittæ erunt æquales*, *quæcunque fuerit craſſitiei diverſitas.* * 250. 256.

EXPERIMENTUM 4.

Dentur chordæ quæcunque ejuſdem generis, & inæqualis craſſitiei; ſeparatim applicentur Machinæ, relictis Priſmatibus H, H, ſi eodem pondere P tendantur, & etiam eodem pondere L inflectantur, ſagittæ erunt æquales. TAB. XVII. fig. 2.

Si chorda utcunque tenſa A B *inflectatur*, ut figuram ACB acquirat, & *ſibi relinquatur*, ex elaſticitate ad primam figuram redit, & in eo caſu motus puncti C eſt acceleratus; nam in ſitu A C B chordæ, punctum C movetur, cum vi qua in illo ſitu retineri poteſt; motus hicce non deſtruitur, & ei ſuperadditur, in omnibus punctis ſagittæ, vis qua punctum C in illis retineri poſſet; celeritas omnium maxima eſt in *c*, & ea punctum C ulterius fertur, deinde redit, *variaſque vibrationes peragit*, in quibus punctum C niſi parva ſpatia non excurrit; qua de cauſa vis, qua in omnibus diſtantiis a *c* agitatur punctum C, eſt ut hæc diſtantia *. Congruit ergo motus hicce cum motu corporis in cycloïde vibrantis, & *vibrationes licet inæquales ſunt æque diuturnæ* *. TAB. XVII. fig. 1. 257. * 253. * 155.

Poſitis duabus chordis ſimilibus & æqualibus, *ſed inæqualiter tenſis*, vires inæquales requiruntur ut æqualiter inflectantur; ergo vibrationes temporibus inæqualibus peragunt. 258.

Motus illorum conferri poſſunt cum motibus pendulorum in cycloïdibus vibrantium *, & ſimiles cycloïdes, viribus diverſis, deſcribentium; quæ vires ſunt inverſe ut quadrata temporum vibrationum *: in chordis ergo etiam *quadrata temporum vibrationum ſunt inter ſe inverſe*, ut vires quibus æqualiter inflectuntur; quæ ſunt *ut pondera quibus chordæ tenduntur* *. * 257. * 165. * 250.

Quando chordæ ſunt ſimiles, *æque tenſæ*, *ſed diverſæ longitudinis*, motus illarum alia methodo cum motu pendulorum conferri debet; nam cum agatur de tempore vibrationum, celeritates cum quibus chordæ moventur conſiderari debent; & in chordis A C B, *a* d *b*, quarum ſagittæ ſunt 259. TAB. XVII. fig. 4.

æquales, & in quibus puncta C & d poſſunt conſiderari quaſi ſimiles cycloïdes percurrentia, celeritates, cum quibus iſta puncta in punctis reſpondentibus moventur, ſunt inter
* 165. ſe, in ratione inverſa quadratorum temporum vibrationum *. In pendulis & chordis æqualibus vires pro celeritatibus ad-
*77.63 hibentur, quia in eadem ſunt ratione *.

Dividantur chordæ A B, *a b*, in partes minimas, ſed numero æquali in utraque; viæ a partibus reſpondentibus percurrendæ, poſitis ſagittis æqualibus, erunt æquales, & ſimiles vibrationes particulæ hæ peragent; quantitates autem materiæ in particulis reſpondentibus ſunt ut integræ chordæ; ut ergo harum celeritates determinentur in punctis reſpondentibus, vires quibus chordæ inflectuntur, quando ſagittæ ſunt æquales, per quantitates materiæ in chordis dividi debent, ut ſequitur ex n. 64. Patet igitur celeritates illas eſſe directe ut pondera quibus chordæ inflectuntur, & inverſe ut quantitates materiæ in hiſce chordis, id eſt, inverſe ut harum longitudines; pondera vero illa ſunt etiam in ratio-
* 255. ne inverſa longitudinum chordarum *; celeritates ſunt ergo
253. in ratione duplicata inverſa harum longitudinum, id eſt, inverſe ut quadrata longitudinum; in eadem etiam ratione inverſa, ut ſtatim dictum, quadrata temporum vibrationum; *chordarum igitur longitudines, ut vibrationum tempora.*

260. Eodem modo comparantur *tempora vibrationum chordarum diverſæ craſſitiei, poſitis chordis æqualibus, & æqualibus ponderibus tenſis*; quantitates materiæ *ſunt ut* quadrata diametrorum; ad determinandas igitur celeritates punctorum reſpondentium, per illa quadrata dividi debent pondera quibus inflectuntur chordæ, quando ſagittæ ſunt æquales;
* 256. hæc autem pondera ſunt æqualia *: celeritates ſunt ergo inverſe ut quadrata diametrorum, & ideo *diametri* ut tempora vibrationum.

261. *Datis chordis ejuſdem generis quibuſcunque, vibrationum durationes* inter ſe poſſunt comparari; *ſunt* enim *in ratione compoſita, ex ratione inverſa radicum quadratarum pon-*
* 258. *derum, quibus chordæ tenduntur**, *ratione longitudinum chorda-*

darum *, *& ratione diametrorum* *. Multiplicando diame- * 259.
trum per longitudinem, dividendo productum per radicem * 260.
quadratam ponderis quo chorda tenditur, ſi pro variis chordis eadem operatio inſtituatur, quotientes diviſionum erunt inter ſe ut vibrationum tempora.

Laminæ elaſticæ pro congerie chordarum haberi poſſunt: 262.
quando lamina inflectitur, fibræ quædam producuntur, & productiones inæquales ſunt in diverſis laminæ punctis, & ex iis, quæ de chordis dicta ſunt, curva, quæ a lamina inflexa formatur, detegitur.

Comparando inter ſe varias *ejuſdem laminæ inflexiones*, 263.
hæ *proportionales ſunt viribus quibus lamina flectitur.* Sit TAB. XVII. fig. 5.
lamina A B, cujus extremitas A fixa eſt, duabus inflectatur viribus; quibus perveniat ad *a b* & *a b*; ſi una fuerit alterius dupla, *b b* & *b* B erunt æquales; & ideo in vibrationi- 264.
bus motus *laminæ* eodem modo acceleratur ac motus chordæ *, & motus ponderis in cycloïde *; & hæ *vibrationes* * 253.
ſunt æque diuturnæ. * 156.

EXPERIMENTUM 5.

Lamina A ex variis laminis elaſticis junctis conſtat, The- TAB. XVII.
cæ B inſeritur, ibique ad latus utrumque movetur inter re- fig. 6.
gulas *c d*, *c d*; fila duo ſupremæ parti laminæ annectuntur, & per foramina *e*, *e*, in fundo Thecæ, immittuntur. Pondus ſemi-libræ filis appenditur, & deſcendit hoc per ſpatium ſemi-pollicis; ſuperaddito æquali pondere, deſcenſus iterum eſt ſemi-pollicis, & ſic ulterius donec non amplius comprimi poſſit lamina.

Unaquæque lamina minor proportionaliter ad pondus inflectitur, & motus ponderis, ex omnibus inflexionibus junctis, eandem proportionem ſequitur. Cum pluribus laminis junctis Experimentum inſtituitur, quia in variis inflexionibus directio actionis ponderis in laminas ſenſibiliter non mutatur.

Quæ de inflexione laminarum dicta ſunt, ad laminam 265.
curvam A C B transferri poſſunt; ſi illa duobus ponderibus TAB. XVII.
gravetur ut ſitus *a c b*, *a c b* acquirat, & pondera ſint inter ſe fig. 7.
ut unum ad duo, diſtantiæ *c c* & *c* C erunt æquales *; in- * 263.
tro-

troceſſiones igitur puncti C ſunt ut pondera quibus lamina gravatur: quod etiam referri poteſt ad introceſſiones plurimarum laminarum junctarum.

266. Globus A C B, ex materia elaſtica, quaſi ex variis laminis
TAB. XVII. fig. 8. conſtans conſiderari poteſt; & introceſſiones puncti ut C erunt proportionales viribus quibus corpus comprimitur.

TAB. XVII. fig. 9. Impingat, variis vicibus, punctum C globi A C B E in planum quodcunque, & punctum C introcedat ad *d*, d, & D; ictus erunt inter ſe ut lineæ C *d*, C d, CD; in primo ictu pars *a c b* plana fit, in ſecundo pars a c b, in tertio pars A C B: cum hic ſemper agatur de arcubus minimis, arcus, id eſt, diametri ſuperficierum planarum ex ictibus, ſunt inter ſe ad ſenſum ut chordæ C *a*, C a & CA; ergo ipſæ ſuperficies ut quadrata illarum chordarum, in qua etiam ratione, ex natura circuli, ſunt lineæ C *d*, C d, & C D, quæ ſunt
268. inter ſe ut ipſi ictus. *In Sphæris* igitur *elaſticis ſuperficies planæ ex ictibus eandem cum hiſce proportionem ſequuntur.*

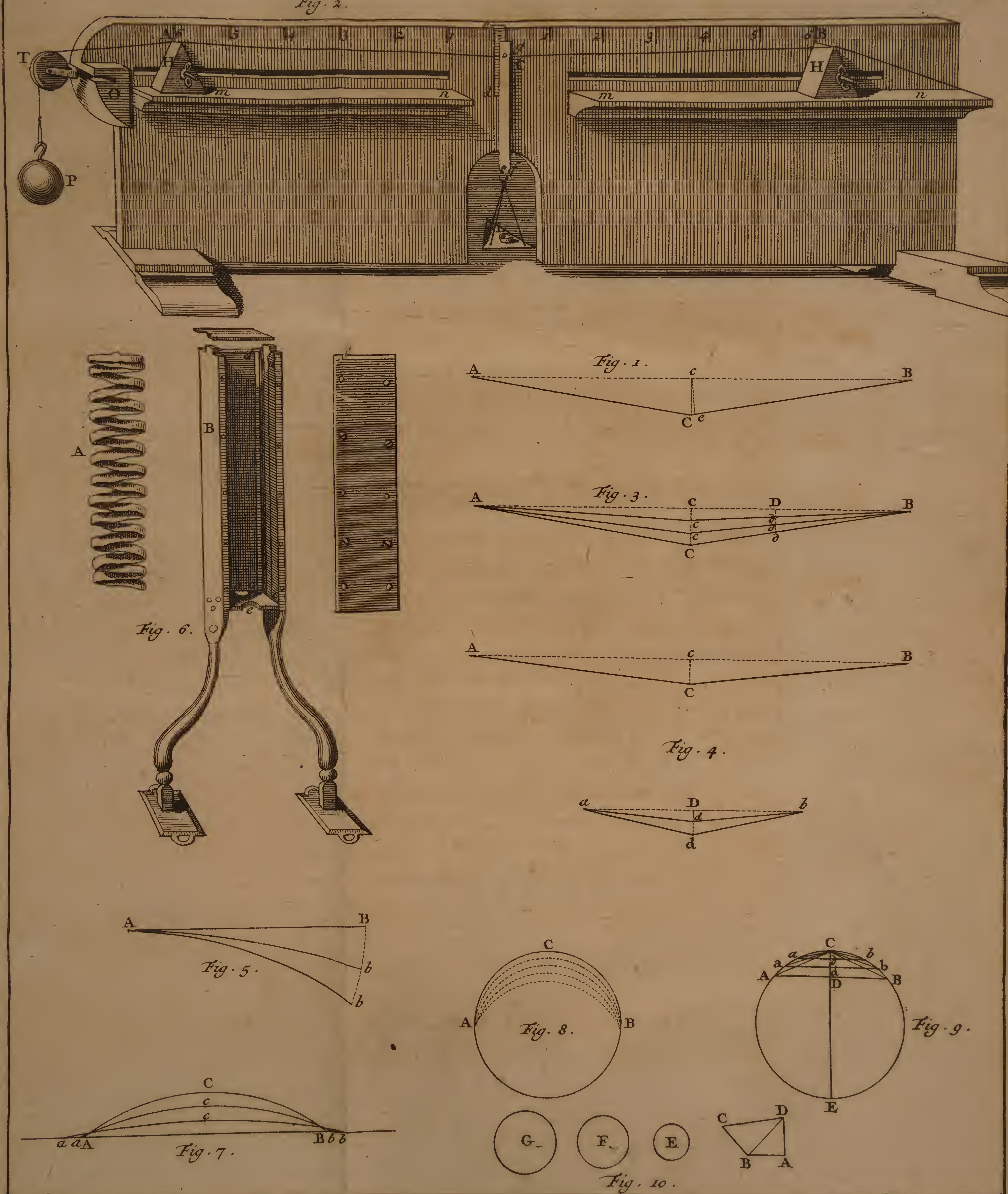
EXPERIMENTUM 6.

Detur planum marmoreum, cæruleum, horizontaliter aliquo in loco firmatum, & paululum madefactum, quantum neceſſe eſt ut color magis ſit intenſus; ſi in illud globus eburneus cadendo impingat, pars globi, quæ plana facta ſeſe lapidi applicat, maculam circinatam in hujus ſuperficie relinquit. Cadat globus ab altitudine novem pollicum, & ſit macula illa E; cadat ab altitudine trium pedum prioris quadrupla, & ſit macula F; tandem cadat ab altitudine ſex pedum & novem pollicum nonupla prioris, & ſit macula G. In hoc Experimento ictus corporis in lapidem ſunt inter ſe,
*131. 130. ut unum, duo, & tria *; in qua etiam ratione ſunt maculæ E, F, & G; nam formando triangula rectangula D A B, D B C, in quibus latera D A, A B, B C ſunt æqualia inter ſe & diametro maculæ E, linea B C exactiſſime æqualis erit diametro maculæ F, & linea C D diametro maculæ G.

FINIS LIBRI PRIMI.

PHY-

TAB. XVII.



PHYSICES
ELEMENTA MATHEMATICA
EXPERIMENTIS CONFIRMATA.

L I B E R II.

Pars I. de Gravitate, Preſſione, & Reſiſtentia Fluidorum.

C A P U T I.

De Gravitate partium fluidorum, & illius effectu in ipſis fluidis.

FLuidum vocatur corpus, cujus partes impreſſioni cuicunque cedunt, & cedendo facillime moventur inter ſe *. Unde ſequitur *fluiditatem* * 30.
ex eo oriri, quod partes non arcte inter ſe cohæ- 269.
reant, & quod motus non impediatur inæqualitatibus in partium ſuperficiebus, ut fit in pulveribus.

Particulæ autem, ex quibus fluida conſtant, ejusdem ſunt naturæ cum aliorum corporum particulis, easdemque proprietates habent; liquida enim ſæpe in ſolida convertuntur, quando magis arcta inter partes cohæſio datur, ut glacies: metalla contra liquefacta exemplum ſolidi in liquidum mutati præbent.

Fluida & eo cum corporibus ſolidis congruunt, quod 270.
conſtent ex particulis gravibus, gravitatem materiæ quantitati proportionalem, ubicunque poſitæ, habentibus. Si in ipſo liquido gravitas illa ſenſibilis non ſit, ex eo illud oritur, quod partes inferiores ſuperiores ſuſtineant, hasque deſcen-

ſu arceant; ipſam vero gravitatem eo non deſtrui liquet, quod vaſe contentum liquidum pro ſua quantitate gravet libram, cui vas appenditur; etiam ſequenti Experimento ubique in liquido gravitatem illam ſervari probatur.

271. In hoc ut & in aliis multis Experimentis Hydroſtaticis, TAB. XVIII. fig. 1. id eſt, circa gravitatem fluidorum, utimur bilance quantum fieri poteſt exacta, vulgaribus in eo ſolo diſſimili, quod in hac lancibus unci V, V, jungantur, quibus corpora liquidis immergenda ſuſpenduntur.

Bilanx ipſa fune ſuſpenditur, qui circumponitur duabus trochleis T, T, & cui alligatur pondus P; ut motu ponderis bilanx poſſit commode elevari & deprimi, & ad quamcunque altitudinem ſuſpendi.

EXPERIMENTUM I.

Phiala D clauſa, libræ memoratæ capillo equino juncta, aquæ immergitur, & pondere lanci E impoſito datur æquilibrium; ſi phiala, manente immerſa, aperiatur & aqua impleatur, aqua in phiala gravabit libram, licet cum aqua exteriori communicationem habeat; ſi novo pondere æquilibrium reſtituatur, ſervabitur ad quamcumque altitudinem phiala aquæ immergatur.

272. Ex hac gravitate ſequitur, *ſuperficiem fluidi, vaſe incluſi ne effluat, ſi ſuperne illud non prematur, aut æqualiter prematur*, quod nullam mutationem adfert, *planam fieri, & horizonti parallelam.* Cum enim impreſſioni cuicunque particulæ cedant, tam diu gravitate moventur, donec deſcenſui locus non amplius detur.

273. *Particulæ inferiores* ſuperiores ſuſtinent & hiſce *premuntur, preſſioque illa ſequitur proportionem materiæ incumbentis, id eſt, altitudinis liquidi ſupra particulam preſſam*, cum vero ſuperficies ſuprema liquidi ſit ad horizontem parallela*, omnia puncta ſuperficiei cujuſcunque, quæ concipitur in liquido ad horizontem parallela, æqualiter premuntur. * 272.

274. *Si* ergo *in aliquo loco talis ſuperficiei preſſio detur minor quam in cæteris punctis, liquidum*, quod impreſſioni cuicunque cedit, *ibi* movebitur, id eſt, *adſcendet donec preſſio fuerit æqualis.*

Ex-

Experimentum 2.

Tubi vitrei C ab utraque parte aperti, cujus extremitas una digito clauditur, extremitas altera aquæ immergitur; cum tubus aëre repleatur, aqua in illo ad parvam admodum altitudinem adſcendit; ſi digitus tollatur ut aër preſſus exeat, ſuperficies, quæ in aqua concipitur horizonti parallela juxta partem inferiorem tubi, minus in parte reſpondenti aperturæ tubi premitur, aqua etiam in tubum tunc adſcendit, donec in eo habeat altitudinem æqualem cum aqua exteriori. TAB. XVIII. fig. 2.

Preſſio in particulas inferiores, quæ oritur ex gravitate liquidi ſuperioris, actionem ſuam exerit verſus omnes partes, & quidem æqualiter. 275.

Quod ex natura liquidi ſequitur; nam hujus partes impreſſioni cuicunque cedunt, & facillime moventur; gutta ergo quæcunque locum quem occupat non ſervabit, ſi, dum a liquido ſuperiori premitur, ab omni parte non æqualiter prematur; moveri vero non poteſt proprter guttas vicinas, quæ eodem modo & eadem cum vi a liquido ſupereminenti premuntur; quieſcit idcirco gutta prima, & æqualiter ab omni parte, id eſt, juxta directionem quamcunque premitur.

Experimentum 3.

Tubi vitrei A, B, D, eodem modo, ac de tubo A in præcedenti Experimento dictum, aquæ immerguntur, & aqua in omnes, ſublato digito, ad eandem altitudinem adſcendit, quam in tubo C; in hoc preſſio ſurſum dirigitur; in tubo B deorſum; in tubo A eſt lateralis; in tubo D obliqua; in unoquoque tamen preſſio æqualis eſt; ſi major liquidi quantitas vaſi infundatur, æqualiter etiam aqua in ſingulis tubis elevatur. TAB. XVIII. fig. 2.

Ex hiſce ſequitur *liquidorum particulas ſingulas* ab omni parte æqualiter premi, & ideo *quieſcere*; illaſque non continuo inter ſe moveri, ut a multis ſtatuitur. 276.

In tubis communicantibus, ſive æqualibus, ſive inæqualibus, ſive rectis, ſive obliquis, aqua eandem adipiſcetur altitudinem; id eſt, omnes ſuperficies ſupremæ ſunt in 277.

 eodem

eodem plano horizonti parallelo; quod facile ex dictis deducitur.

TAB. XVIII. fig. 3. Sit vas A, tubus verticalis B, & tubus inclinatus D; communicationem habeant ope tubi CE; detur in iis liquidum, & concipiatur ſuperficies horizonti parallela *fgh*; ſi altitudines *fi* & *gl* fuerint inæquales, aqua adſcendet ubi minor eſt *. Ex eadem ratione niſi preſſiones in *g* & *h* fuerint æquales, aqua non quieſcet; ſunt vero æquales, quando *l* & *n* ſunt in eodem plano horizontali; nam cum preſſio oriatur ex gravitate partium, quæ tendit verſus terræ centrum, altitudo liquidi prementis juxta illam directionem menſurari debet, id eſt, erit *hm*; obliquitas vero columnæ *hn* nullam mutationem adfert; quia ad eandem profunditatem ubique preſſio verſus omnes partes æqualis datur*.

* 274.

* 275.

E X P E R I M E N T U M 4.

278. Machinæ hic delineatæ aqua infunditur; poſt agitationem quamcunque non quieſcit, niſi omnes ſuperficies ſint in eodem plano horizonti parallelo. Vas vitreum A cum tubis vitreis B & D, ope tubi ænei CE, conjungitur.

TAB. XVIII. fig. 4.

Non omnia liquida ſunt æque gravia; id eſt, non eandem materiæ quantitatem in eodem ſpatio continent, in ſingulis tamen prædicta locum habent.

279. *Quando liquida diverſæ gravitatis eodem vaſe continentur, gravius locum infimum occupat, & premitur a leviori, illudque pro altitudine hujus.*

E X P E R I M E N T U M 5.

TAB. XVIII. fig. 5. Detur aqua, aliquo colore tincta, in vaſe vitreo A, ad altitudinem *bc*; ei immergatur tubus vitreus *de*; aqua in illum adſcendit ad altitudinem *bc**; nunc infundatur oleum terebinthinæ, quod liquidum eſt aqua levius, ſtatim aqua in tubo adſcendet; & eo magis quo ad majorem altitudinem oleum infunditur; non tamen aqua in tubo ad eandem pertingit altitudinem cum oleo in vaſe; quia cum aqua gravior ſit, non eadem illius quam olei altitudo requiritur ad æqualem preſſionem producendam.

Qui hocce Experimentum cum Mercurio & aqua inſtituere voluerit, majorem inter altitudines reperiet differentiam,

tiam, propter majus inter gravitates diſcrimen.

Experimentum 6.

Immergatur tubi extremitas aquæ; oleumque tubo infundatur; aqua in tubo deprimitur ad *d*; altitudo tamen olei *de* major eſt altitudine aquæ in vaſe; ſi profundius immergatur tubus, aqua majori quantitate illum ingreditur; ſi elevetur, aqua iterum exit, ipſumque oleum inſequitur, ſi ad illam tollatur altitudinem ut olei preſſio aquæ preſſionem, in parte inferiori tubi, ſuperet. TAB. XVIII. fig. 6.

CAPUT II.

De Actione Liquidorum in fundos, & latera vaſorum quibus continentur.

Fundus & latera vaſis, quo liquidum continetur, a partibus liquidi illa immediate tangentibus premuntur, & 280.
propter actioni æqualem reactionem *, æqualem etiam * 126.
particulæ iſtæ preſſionem ſuſtinent. Cum vero preſſio in liquidis verſus omnes partes ſit æqualis, fundus & latera æque premuntur ac partes liquidi vicinæ; *actio* ergo *hæc ad inſtar altitudinis liquidi creſcit* *, & ubique ad eandem *275. 273.
profunditatem eſt æqualis, pendetque ab illa altitudine, & nullo modo a liquidi quantitate. Manente igitur liquidi altitudine & fundi magnitudine, æqualis ſemper erit actio in fundum, utcunque mutetur vaſis figura. In omni caſu preſſio, quam fundus patitur, valet pondus columnæ aqueæ, cujus baſis eſt ipſe fundus, & altitudo diſtantia verticalis ſupremæ ſuperficiei aquæ ab ipſo fundo.

Cylindrus cavus A, ab utraque parte apertus, ab inte- 281.
riori parte exactiſſime politur; ejus diameter ut & alti- TAB. XVIII. fig. 7. & 8.
tudo ſunt circiter trium pollicum cum ſemiſſe; ope cochleæ ei additur annulus E, ut a tripode ſuſtineatur.

In cylindro datur fundus æneus mobilis F, cum quo annulus G, etiam æneus, ab interiori parte cochleam continens, conjungitur; hoc annulo retinetur & firmatur an-

 nu-

nulus coriaceus ab omni parte fundum quantitate ſemi-pollicis excedens; obtegit hic annuli ænei ſuperficiem exteriorem, quando fundus cylindro intruditur, impeditque ne aqua dum fundus movetur effluat. Corium hocce oleo immergitur, poſt aliquot dies extrahitur ut per æquale tempus in aqua maceretur; qua adhibita præparatione, corium probe oleo & aqua illinitur, moveturque fundus variis vicibus per cylindrum, & per biduum aut triduum in hoc relinquitur. Quando machina utendum eſt, iterum oleo & aqua corium illinitur, facile tunc fundus movetur, & exacte aquam retinet. Corium neque nimis tenue neque nimis craſſum adhibendum; quod judicio artificis relinquitur.

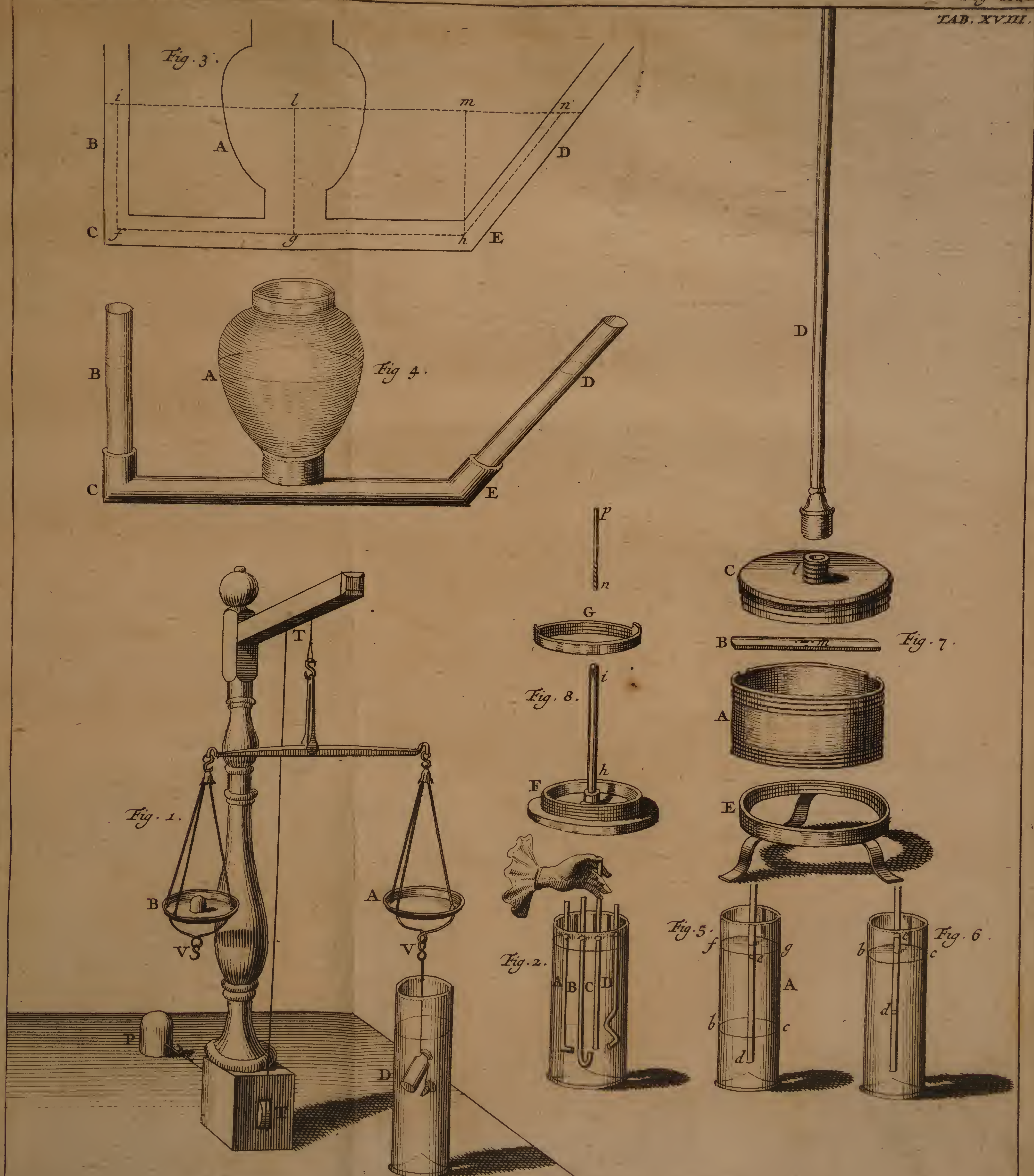
In centro fundi cum eo cohæret cylindrus æneus tenuis *hi*, quo motus fundi dirigitur, tranſit enim hicce cylindrus per foramen *m* in lamina B, quæ cylindro majori A ſuperimponitur, & in ejus ora in inciſione hæret. In ſuperiori ſuperficie cylindri *hi* datur cavitas cochleam continens, qua fundus cum filo æneo *np* jungitur, quod per tubum ſtatim memorandum D immittitur, ut ope hujus fili fundus cum brachio libræ conjugatur.

Cylindrus ſæpius memoratus A operculo C tegitur, & ne aqua effluere poſſit cavetur obtegendo oram cylindri annulo coriaceo, qui ope cochleæ, qua operculum jungitur cum cylindro, arcte comprimitur. Operculo & ipſi cylindro addi poteſt anſa, ut magis commode aperiatur & claudatur cylindrus. In medio perforatur operculum, & cylindrus cavus *l*, ab exteriori parte cochleaj circumdatus, cum illo cohæret, ut tubus D cum machina conjungatur; adhibito corio aquæ effluxus cohibetur.

Experimentum I.

TAB. XIX. fig. 1. Partibus machinæ, ut dictum, junctis, filum æneum, quod cum fundo mobili cohæret, brachio libræ annectatur, ita ut jugum libræ ſit in ſitu horizontali, quando fundus ab operculo diſtat duobus pollicibus; lanci, brachio oppoſito ſuſpenſæ, pondus imponitur, ut detur æquilibrium cum pondere ſolius fundi. Sit longitudo tubi unius pe-

TAB. XVIII.



pedis; jugo libræ horizontaliter diſpoſito infundatur aqua tubo D, ut ad illius extremitatem ſupremam pertingat; pondere quatuor librarum cum ſemiſſe lanci impoſito æquilibrium datur, diminuto aut aucto pondere adſcendit aut deſcendit fundus. Circa quod notandum, quantitate ſatis magna, exempli gratia ſemi-libræ, augendum aut minuendum eſſe pondus, propter attritum fundi.

Diameter fundi eſt fere trium pollicum cum ſemiſſe, altitudo ſupremæ ſuperficiei aquæ ſupra fundum, in hoc Experimento, eſt quatuordecim pollicum; columnæ aqueæ, cujus hæc eſſet altitudo, & quæ baſin æqualem fundo memorato haberet, pondus eſt quatuor librarum cum ſemiſſe, & tantum etiam valet preſſio aquæ in fundum, licet exigua tantum aquæ quantitas in machina detur.

Cum de ſolo motu fundi agatur, machina firmanda eſt ne tota elevetur, quod fit impoſitis ponderibus, qualia repræſentantur in P, P, fig. 1. Tab. XX.

Experimentum 2.

Sublato operculo cum tubo, cylindrus A conjungatur cum machina DE, cui in inferiori parte cohæret annulus cochleam continens; aqua huic machinæ infunditur ad candem altitudinem ſupra fundum ac in præcedenti Experimento; Experimentum de cætero eodem modo peragitur, & eodem modo procedit; preſſioque, ſervata aquæ altitudine, ex mutato vaſe & aquæ quantitate; non mutatur. Tab. XIX. fig. 2.

Experimentum 3.

Vas cylindricum A libræ ſuſpenditur, pro parte hocce repletur cylindro ligneo D*e*, quod cum ligno B*c*, quomodocunque firmato, cohæret, & neque latera neque fundum vaſis memorati tangit; ſi vaſi aqua ad quamcunque altitudinem infundatur, & pondere lanci oppoſitæ impoſito æquilibrium detur; hocce pondus erit pondus totius aquæ quæ in vaſe, ſublato cylindro, continetur, poſita hac ad eandem altitudinem quam in Experimento; & ſic parva aquæ quantitas, cujus ſuprema ſuperficies elevatur, quo preſſio in fundum augetur, magnum pondus ſuſtinet. Tab. XIX. fig. 3.

Preſ-

Preſſionem lateralem verticali æquari, adhibita ſequenti machina, ad oculum patebit.

282. TAB. XIX. fig. 4. Vas DB eſt parallelopipedum ligneum altitudinis circiter unius pedis cum ſemiſſe; a latere verſus fundum datur foramen, in quo hæret annulus æneus cochleam continens, ut cylindrus A, de quo in Experimentis 1. & 2., ibi firmari poſſit; tres pedes, quibus in illis Experimentis cylindrus ſuſtinetur, & qui cochleis annulo inferiori annectuntur, ab hoc ſeparantur. Motus fundi in cylindro eſt horizontalis. Ad latera machinæ huic junguntur duæ regulæ ligneæ, quarum una videtur in GH, ſuper illis horizontaliter movetur regula CC, quæ in medio verſus F latior eſt, ut hujus motu fundus cylindri intrudi poſſit, quem regula premit paululum infra centrum. In C & C funes ut CE huic regulæ alligantur, qui juxta regulas ut GH protenduntur, tranſeuntes ſuper trochleis in harum regularum extremitatibus ut T, & iis appenduntur pondera ut P.

EXPERIMENTUM 4.

Infundatur aqua vaſi B*d*, ita ut aquæ ſuperficies altior ſit regula CC quatuordecim pollicibus, ſint pondera ut P duarum librarum cum quadrante, ita ut ſimul ſumta valeant quatuor libras cum ſemiſſe, preſſio aquæ hocce pondus ſuſtinebit, & fundus in eo caſu eadem cum facilitate verſus utramque partem movetur.

Vim, qua aqua furſum premit, æqualem eſſe illi qua deorſum & ad latera premit, ſequenti Experimento probatur.

EXPERIMENTUM 5.

TAB. XX. fig. 1. In medio ſuperficiei ſuperioris ſuſtentaculi B datur cylindrus diametri circiter duorum pollicum, cui imponitur fundus mobilis cylindri ſæpius memorati A, ita ut manente fundo ipſe cylindrus moveri poſſit; hic operculo ſuo obtegitur, & cum eo conjungitur tubus D. longitudinis trium pedum cum ſemiſſe; infunditur aqua, quo, manente fundo, machina elevatur; imponuntur operculo pondera P, P, P, quæ ſimul valent novem libras, hæc, cum pondere totius machinæ, ab aqua in tubo ſuſtinentur; pondus vero machinæ excedit tres libras cum ſemiſſe. Vis

Vis, quæ in operculum agit, valet pondus columnæ aquæ, cujus baſis eſt operculum, demto foramine cui reſpondet tubus, & cujus altitudo eſt, aquæ elevatio in tubo ſupra ſuperficiem interiorem operculi, quod cum hoc Experimento congruit.

Manente tubo ſi machina major detur, actio in operculum in eadem ratione cum operculo creſcet, ita ut minima aquæ quantitate pondus maximum ſuſtineatur ac etiam elevetur.

Duo orbes lignei A B, A B, diametri quindecim pollicum, 283.
corio circumdantur & junguntur, ita ut formetur vas cylin- TAB. XX. fig. 2.
dricum folli aliquomodo ſimile, quod aquam continere poteſt.

In orbe ſuperiori datur foramen in *l*, cui reſpondet cylindrus æneus, cum orbe cohærens, & cochlea circumdatus, quo tubus D, ejusdem longitudinis cum tubo in præcedenti Experimento, machinæ jungitur.

Experimentum 6.

Aqua machinæ per tubum infundatur, & aqua in tubo ſuſtinebit pondera P,P,P,P,P,P, ſimul excedentia ducentas & quinquaginta libras. Pondera hæc infundendo aquam in tubum etiam elevari poterunt.

Hæc omnia quantumvis paradoxa ex natura liquiditatis ſequuntur; gutta quæcunque quæ quieſcit, verſus omnes partes æquali cum vi conatur recedere *; ſi ergo ab una parte * 275. prematur, verſus illam partem, propter æqualem actioni reactionem, eadem cum vi recedere conatur, & cum hac eadem vi verſus omnes partes ipſa premet. In primo Experimento, aqua, quæ fundum tangit, & tubo reſpondet, ſuſtinet pondus columnæ aqueæ, in tubo contentæ & ad fundum uſque continuatæ, & tali cum vi fundum premit, ut & aquam vicinam, quæ cum effluere non poſſit in fundum, & aquam vicinam cum hac eadem vi agit; idem de aqua huic vicina dicendum, & ſic in omnibus fundi punctis datur preſſio æqualis preſſioni in loco in quem aqua in tubo gravat; & ideo fundus hic gravatur eodem modo ac ſi aquæ columna, ejuſdem altitudinis cum aqua in tubo, & cujus baſis eſſet ipſe fundus, huic imponeretur.

Simili ratiocinio dilucidantur Experimenta 5. & 6.

In ſecundo Experimento concipiatur cylindrum A continuari, ita ut ad aquæ ſuperficiem perveniat; eo aqua exterior ab aqua in hoc cylindro contenta ſeparatur, hæcque ſola in fundum premit, fundusque hanc totam ſuſtinet. Aqua in cylindro premit in latera cylindri, aqua exterior premit in ſuperficiem exteriorem cylindri, & ſuperficies exterior plane eodem modo premitur ac interior, preſſioneſque in puncta oppoſita ſunt plane æquales; ita ut, ſi ſuperficies tolleretur, preſſiones hæ ſeſe mutuo deſtruerent; non intereſt igitur an talis ſuperficies detur nec ne, & ea ſublata, id eſt, ſublata cylindri continuatione, non mutatur actio in fundum.

Experimentum tertium ex dictis etiam dilucidatur, nam pondus lanci impoſitum non modo ſuſtinetur ab aqua in vaſe, sed etiam ab actione ſuperficiei inferioris cylindri *De* in aquam.

Licet omnia prædicta a gravitate liquidorum pendeant, horum actiones ab ipſorum gravitate diſtingui debent, quæ
* 270. ſemper quantitati materiæ eſt proportionalis *.

CAPUT III.

De Solidis liquidis immerſis.

Diverſam corporum gravitatem, ſive ſolidorum, ſive liquidorum, ex eo oriri, quod in ſpatio æquali majorem aut minorem materiæ quantitatem contineat, ſæpius diximus.

DEFINITIO I.

284. *Materiæ quantitas in corpore conſiderata cum relatione ad volumen corporis*, id eſt, ad ſpatium ab hoc occupatum, *vocatur* corporis denſitas.

Corpus dicitur habere denſitatem duplam, aut triplam, &c. denſitatis alterius corporis, quando, poſitis voluminibus æqualibus, continet materiæ quantitatem duplam, aut triplam &c.

DEFINITIO 2.

285. *Corpus* homogeneum *dicitur, quando ubique eſt ejuſdem denſitatis.*

De-

Definitio 3.

Heterogeneum, *quando in variis corporis partibus inæqualis eſt denſitas.* 286.

Definitio 4.

Gravitas corporis conſiderata cum relatione ad volumen vocatur corporis gravitas ſpecifica. 287.

Gravitas ſpecifica dicitur dupla, quando manente volumine pondus eſt duplum.

Gravitates ergo *ſpecificæ & denſitates corporum, in corporibus homogeneis, in eadem ſunt ratione; & ſunt inter ſe ut pondera corporum æqualium quantum ad volumen.* 288.

Si corpora homogenea fuerint ejuſdem ponderis, volumina eo *ſunt* minora quo denſitates ſunt majores, & manente pondere, minuitur volumen in eadem ratione, in qua denſitas augetur; ſunt ideo in eo caſu volumina *inverſe ut denſitates.* 289.

Quando ſolidum liquido immergitur, a liquido ab omni parte premitur, preſſioque hæc in ratione altitudinis liquidi ſupra ſolidum creſcit. Ut illud ex dictis in capite præcedenti ſequitur, ac etiam directo Experimento probatur. 290.

Experimentum 1.

Extremitati tubi vitrei B*m* alligetur ſaccus coriaceus S, mercurio plenus, veſica etiam poteſt adhiberi; immergatur ſaccus ille aquæ, ita ut extremitas B tubi ſupra aquam perveniat; ex preſſione aquæ in ſuperficiem ſacci adſcendit mercurius in tubum, ut perveniat ad *m*; adſcenſusque mercurii ſequitur proportionem altitudinis aquæ ſupra ſaccum. TAB. XX. fig. 3.

Quando ſolidum ad magnam profunditatem liquido immergitur, preſſio in ſuperiorem partem a preſſione in inferiorem vix differt; unde *corpora alte immerſa ab omni parte quaſi æqualiter premuntur*; quæ preſſio, a corporibus mollibus ſine figuræ mutatione, & ab admodum fragilibus ſine diſruptione, ſuſtineri poteſt. 291.

Experimentum 2.

Fruſtum ceræ mollis, figuræ irregularis, cum ovo, veſicæ aqua repletæ includitur, veſica exacte clauſa pyxidi æneæ A inſeritur; operculo ligneo O hæc obtegitur, ita ut a veſica ſuſtineatur; pondus P ſeptuaginta aut octoginta librarum ſuperimponitur, quo neque ovum frangitur, neque ceræ figura ullo modo mutatur. TAB. XIX. fig. 5.

 So-

292. *Solidum liquido ſpecifice gravius, ad quamcunque altitudinem liquido immerſum, deſcendit.* Superficies inferior corporis premit ſuperficiem liquidi, quæ ab hac parte corpus tangit; preſſioque hæc valet pondus columnæ conſtantis ex ipſo corpore & liquido ſuperincumbenti, & cum hac vi corpus deorſum fertur. Pondus columnæ ſimilis, ſed quæ tota ex liquido conſtat, eſt vis cum qua corpus a liqui-

290.275. do ſurſum premitur. Cum vero ſolidum ponatur liquido ſpecifice gravius, vis hæc minor eſt illa, & ab eadem ſuperatur.

293. Simili ratiocinio, *ſolidum liquido ſpecifice levius, & huic immerſum, ad ſupremam liquidi ſuperficiem adſcendere* debere, probatur.

294. *Poſita* vero *eadem ſolidi cum liquido gravitate ſpecifica*, neque adſcendet, neque deſcendet, ſed *ad quamcunque altitudinem in liquido ſuſpenſum manebit*, & liquidum integrum corpus ſuſtinebit; in quo caſu, propter æqualitatem gravitatum ſpecificarum, liquidum ſuſtinet pondus æquale ponderi quantitatis liquidi, quæ impleret ſpatium a corpore occupatum. Liquidum autem eodem modo agit in omnia ſolida æqualia ad eandem profunditatem immerſa, & æqualiter illa ſuſtinet; amittunt ergo omnia partem gravitatis ſuæ.

Definitio 5.

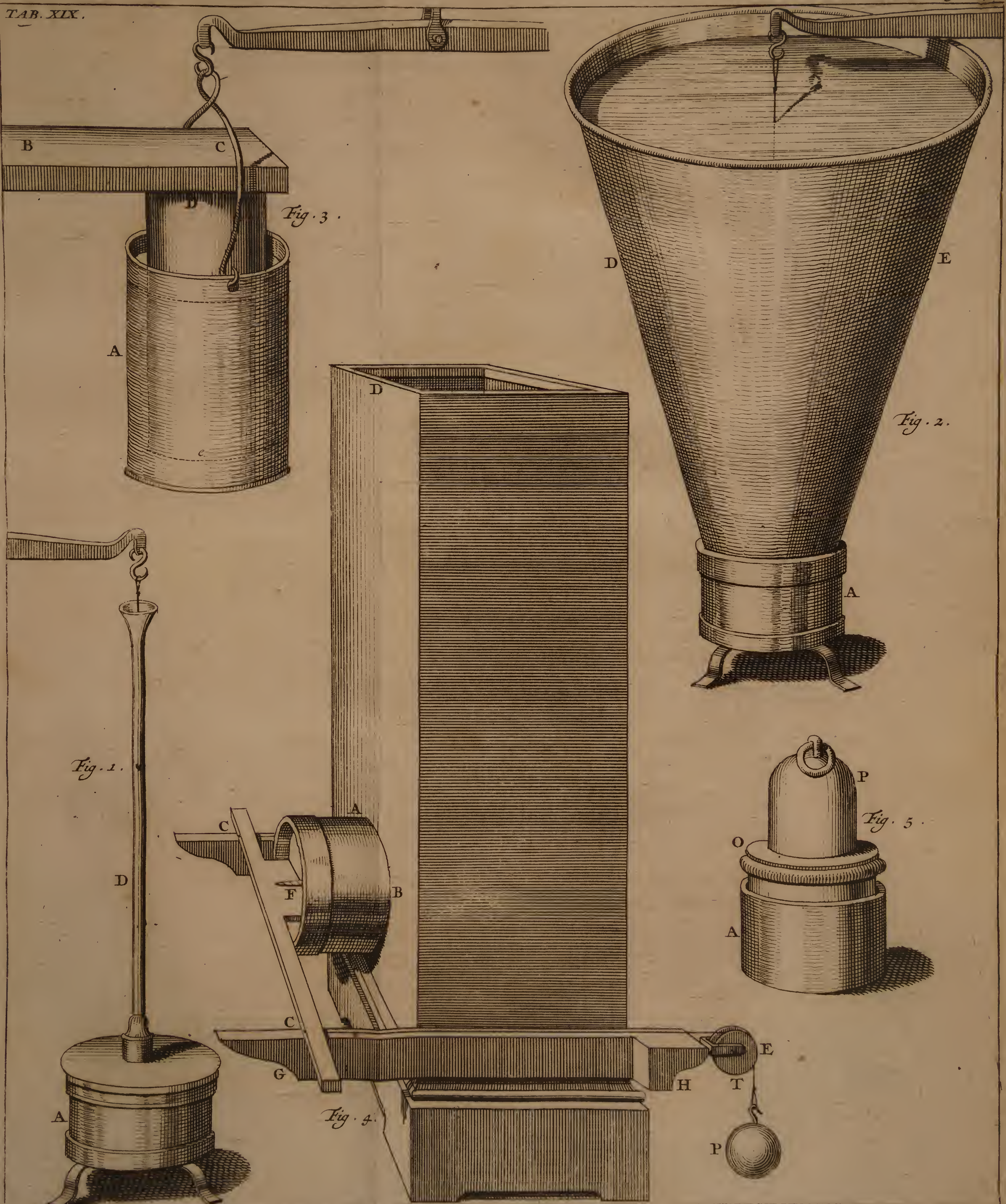
295. *Pondus, quod corpus liquido immerſum ſervat, vocatur illius* gravitas reſpectiva.

296. Hæcque *gravitas reſpectiva eſt exceſſus gravitatis ſpecificæ ſolidi ſuper gravitatem ſpecificam liquidi*; nam cum

297. *ſolidum liquido immerſum* amittat illam ponderis portionem, quæ a liquido ſuſtinetur, *amittit pondus quantitatis liquidi, quæ ſpatium a corpore occupatum poſſet implere.*

Experimentum 3.

TAB. XXI. fig. 1. * 271. Bilanci ſuperius memoratæ * ſuſpendatur cylindrus æneus cavus E; unco, fundo hujus cohærenti, ope capilli equini, ſuſpenditur cylindrus ſolidus C ex eodem metallo, qui ſi alteri E inſeratur, illum exacte implet; ita ut in E, quando aqua repletur, contineatur aquæ quantitas, quæ poteſt im-


Fig. 3.
B
C
D
A
e
Fig. 2.
D
E
A
Fig. 1.
D
A
D
A
C
F
B
C
G
H
E
T
P
Fig. 4.
Fig. 5.
P
O
A

implere locum a C occupatum: lanci oppoſitæ pondus imponatur ut detur æquilibrium; deſcendat bilanx, ut cylindrus C aquæ, vaſe D contentæ, immergatur; eo æquilibrium deſtruitur, quia C pro parte ab aqua ſuſtinetur; reſtituitur vero, ſi E aqua impleatur.

Ex hiſce ſequitur, *omnia ſolida æqualia, ſed diverſæ gravitatis ſpecificæ, quando eidem liquido immerguntur, partem ponderis æqualem amittere.* Experimentum ultimo deſcriptum eodem modo procedit cum cylindro ex quocunque alio metallo & per affuſam eandem aquæ quantitatem, quæ nempe implet vas E, æquilibrium ſemper reſtituitur. 298.

Ex dictis ulterius ſequitur *quomodocunque inter ſe differant denſitates corporum inæqualium, ſi eidem liquido immergantur, pondera ab iis amiſſa eſſe in ratione voluminum.* In ea enim ratione ſunt ſpatia ab iis in liquido occupata. 299.

Idcirco corpora ejusdem ponderis, ſed diverſæ denſitatis, partes inæquales ponderis amittunt, quando eidem liquido immerguntur, propter voluminum inæqualitatem.

EXPERIMENTUM 4.

Fruſta ejusdem ponderis, unum auri, alterum plumbi, *g*, *g*, capillis equinis, uncis V, V bilancis ſæpius memoratæ * ſuſpenduntur, æquilibrium datur; deſcendat bilanx, & corpora *g*, *g*, aquæ, vaſis F, F contentæ, immergantur, æquilibrium deſtruetur. TAB. XX. fig. 4. * 271.

Quando ſolidum, liquido ſpecifice gravius, in liquido ſuſpenditur, liquidum, ab omni parte, in illud ſolidum, pro altitudine ſua, agit *, & ſolidum æqualiter in illud reagit; actiones illæ ſunt igitur eædem, ac ſi ſpatium, a ſolido occupatum, ipſo liquido impleretur; & ita *non intereſt, reſpectu gravitatis liquidi, an in eo ſolidum ſpecifice gravius ſuſpendatur, an affundatur ejuſdem liquidi quantitas, quæ æquale ſpatium cum ſolido occupat.* * 290. 300.

EXPERIMENTUM 5.

Vas A, aquam continens, brachio libræ ſuſpenditur, eique immergitur cylindrus æneus C, qui capillo equino ſuſtinetur, ne fundum vaſis tangat; pondere, lanci oppoſitæ impoſito, datur æquilibrium; extracto cylindro C ex aqua, TAB. XXI. fig. 2.

 de-

deſtruitur æquilibrium, & reſtituitur infundendo aquam, quæ cylindro cavo E contineri poteſt, in quo ſi inſeratur cylindrus ſolidus C, exacte ab hoc repletur.

301. Ex collatione n. 297. & 300., ut & Experimentorum 3. & 5. quibus illi confirmantur, patet, *liquidum acquirere pondus quod ſolidum immerſum amittit.* Vis gravitatis ſemper proportionalis eſt quantitati materiæ, & non mutatur immerſione ſolidi in liquidum; quare ſumma ponderum ſolidi & liquidi, & ante & poſt immerſionem, non differt.

EXPERIMENTUM 6.

TAB. XX. fig. 5. Bilanci ſuſpendatur ſolidum C, detur æquilibrium, lanci B impoſitis ponderibus P & *p*, quorum *p* valet pondus quod corpus C in aqua amittit. Detur etiam vas D aquam continens, & libræ E F, quæ pede ſuſtinetur, appenſum, pondere, lanci oppoſitæ impoſito, detur & hic æquilibrium; deſcendat bilanx cum corpore C, ut hoc aquæ, in vaſe D, contentæ immergatur, deſtruitur eo æquilibrium in ambabus libris, quod in ambabus reſtituitur, transferendo pondus *p* ex lance B in lancem brachii F.

302. Corpus, liquido ſpecifice gravius, & quod in hoc deſcendit, majori cum vi deorſum fertur quam ſurſum premitur, ut antea explicatum*; quarum virium differentia eſt corporis gravitas reſpectiva. Vis prima pro parte conſtat ex pondere liquidi corpori ſuperincumbentis; & corpus ad talem poteſt immergi profunditatem, ut hocce pondus æquale ſit memoratæ gravitati reſpectivæ; ſi in eo caſu liquidum hoc ſuperincumbens tollatur, ſuſtinebitur corpus a preſſione liquidi inferioris.

* 292.

303. Si ad majorem profunditatem corpus immergatur, & etiam liquidum cohibeatur ne in ſuperficiem corporis ſupremam premat, (cum preſſio, qua corpus ſurſum pellitur, cum profunditate ad quam immergitur creſcat*) majori cum vi in altum feretur corpus quam gravitate deſcendet, quare, ſi libere moveri poſſit, adſcendet.

* 290.

EXPERIMENTUM 7.

TAB. XXI. fig. 3. Cylindro C, ab utraque parte aperto, applicetur ab inferiori parte lamina plumbea F, craſſitiei quartæ partis unius pollicis; ſi ita exacte cum cylindro congruat ut aquam ex-

excludat, laminaque filo, unco V in centro laminæ alligato, ſuſtineatur, donec ad profunditatem circiter trium pollicum aquæ immerſa ſit, ab aqua ſuſtinebitur, ut relicto filo patet; ad majorem profunditatem magis arcte cum cylindro cohærebit, ad minorem cadet.

Si cum lamina aurea hocce Experimentum inſtitueretur, ad majorem profunditatem immergenda eſſet; auri enim gravitas ſpecifica eſt ad aquæ gravitatem ſpecificam ut 19. ad 1; quare illius gravitas reſpectiva eſt ad aquæ gravitatem ſpecificam ut 18. ad 1. *: Columna idcirco aquea decies & octies, altitudine ſua, craſſitiem laminæ aureæ ſuperare debet, ut valeat hujus gravitatem reſpectivam; requiritur ergo ut aquæ altitudo, ſupra ſuperficiem ſuperiorem laminæ aureæ, toties ad minimum valeat ipſius laminæ craſſitiem. * 296.

Experimentum 8.

Cylindrus A cum fundo mobili operculo obtectus & cum tubo D conjunctus, ut antea deſcriptum eſt *, aquæ immergitur, fundusque, quando ad profunditatem unius pedis infra aquæ ſuperficiem pervenit, adſcendit, licet ponderet integram libram cum quadrante, & licet, ope cochleæ, in centro fundi ab inferiori parte cohærentis, conjungatur cum pondere P unius libræ. Tab. XXI. fig. 3. * 281.

304. Idem ſolidum, quod liquidis diverſæ denſitatis immergitur, diverſam ponderis ſui quantitatem amittit *, & ideo quando duo corpora, ejuſdem denſitatis & ponderis, liquidis diverſæ denſitatis immerguntur, deſtruitur inter illa æquilibrium. * 297.

Experimentum 9.

Duæ laminæ g,g ejuſdem metalli & æquales, uncis V,V lancium A & B ſuſpenduntur; deſcenſu libræ liquidis, vaſis F, F contentis, immerguntur; una in aquam, altera in oleum terebinthinæ, æquilibrium deſtruitur, & illa hac levior fit. Tab. XX. fig. 4.

305. *Solidum liquido levius, & huic immerſum*, adſcendit, & verſus ſupremam liquidi ſuperficiem hæret *, ita ut pro parte tantum immergatur; pro majori tamen gravitate ſpecifica in liquido magis deſcendit, & corpus *non quieſcit*, * 293.

ni-

niſi pars immerſa tale ſpatium in liquido occupet, ut liquidum, quod idem hocce ſpatium impleret, ejusdem ponderis cum toto corpore eſſet. In alio enim caſu ſolidum non eadem cum vi in partes vicinas liquidi agit, cum qua liquidum ageret, ſi corporis locum occuparet, in quo tamen caſu
* 276. ſolo quies liquidi * & ipſius corporis dari poteſt.

306. Sequitur ex hac propoſitione, *corporum, in ſuperficie ejuſdem liquidi natantium, partes immerſas eſſe inter ſe ut corporum pondera.* Idcirco ſi, ſuperaddito pondere, corporis gravitas mutetur, in eadem ratione augetur pars
307. immerſa; & *partes, quæ variis ponderibus in liquidum deſcendunt, ſunt inter ſe ut hæc pondera.*

EXPERIMENTUM 10.

TAB. XXII. fig. 1. Detur vas aquam continens A; detur cylindrus cavus ex quocunque metallo C; huic imponatur pondus *p*, ut parte *b d* in aquam deſcendat; ſuperaddito pondere unius libræ menſuretur quantum deſcendat; addatur iterum atque iterum pondus æquale, & ſingulis vicibus æqualiter deſcendit.

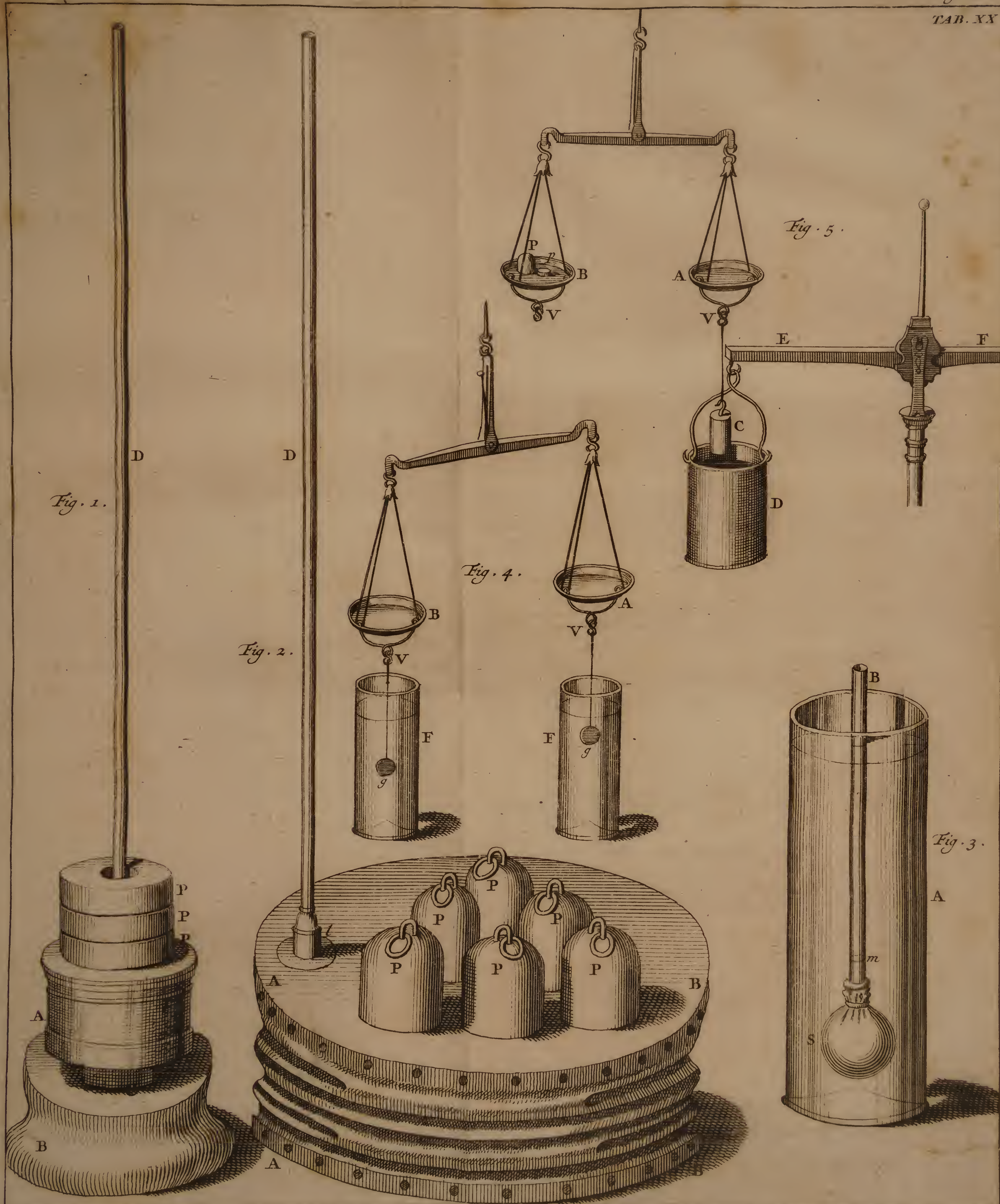
308. In n. 300. & 301., Experimentis 7. & 8. confirmatis, vidimus, quomodo corpus liquido gravius natare poſſit; ſimili methodo corpus liquido levius in fundo retineri poteſt; in illo caſu preſſio aquæ ſuperincumbentis tollitur, hic tollenda eſt preſſio aquæ inferioris qua corpus ſurſum pellitur.

EXPERIMENTUM 11.

TAB. XXII. fig. 2. Lamina ænea *b c*, exacte plana, ſuſtentaculo D impoſita, in fundo vaſis A hæret; lamina ſimilis *b c* cum fruſto ſuberis E conjungitur, ita ut cum hoc conſtituat corpus aqua levius; congruant hæ laminæ, & baculo ſuber retineatur dum aqua affunditur; relicto ſubere non adſcendet, donec, hoc e loco moto, laminæ ſeparentur, ut aqua in laminam cum ſubere conjunctam preſſionem ſuam exerere poſſit, illamque cum ſubere in altum ferre.

CA-

TAB. XX.


Fig. 1.
D
P
P
P
A
B
Fig. 2.
D
l
A
B
A
P
P
P
P
P
P
P
Fig. 4.
B
V
F
g
A
V
F
g
Fig. 5.
P
B
V
A
V
E
F
C
D
Fig. 3.
B
A
m
S

CAPUT IV.

De comparandis Liquidorum denſitatibus.

CUm corporis denſitas ſequatur proportionem gravitatis ipſius, comparando corporum æqualium pondera detegimus illorum denſitates*. *Si ergo vas quodcunque exacte* 309.
liquido repleatur, & liquidum illud ponderetur, idemque fiat * 288.
cum aliis liquidis, pondera erunt ut denſitates. Sed cum hæc methodus in praxi variis obnoxia ſit difficultatibus, in hac explicanda non inhæremus.

Quando duorum liquidorum preſſiones ſunt æquales, ma- 310.
teriæ quantitates, id eſt, pondera, in columnis, æquales baſes habentibus, non differunt *; quare volumina, id eſt, * 273.
columnarum *altitudines, ſunt inverſe ut denſitates* *; ex * 289.
quo methodus haſce comparandi deducitur.

EXPERIMENTUM I.

Tubo vitreo curvo A infundatur mercurius, quo pars TAB. XXII. fig. 5.
inferior tubi a *b* ad *c* impletur; infundatur aqua ab una parte a *b* ad *e*; in crure alio infundatur oleum terebinthinæ, donec ambæ ſuperficies *b*, *c*, mercurii ſint in eadem linea horizontali, ſitque altitudo olei *c d*; erunt hæ altitudines ut 87. ad 100. in qua ratione inverſa eſt denſitas aquæ ad olei terebinthinæ denſitatem, ſunt ergo hæ ut 100. ad 87.

Mercurius infunditur, ne liquida in fundo tubi miſceantur.

Per ſolidum immerſum etiam comparantur liquidorum denſitates, *ſi* enim *ſolidum, liquidis comparandis levius, variis liquidis immergatur, partes immerſæ erunt inverſe* 311.
ut liquidorum denſitates; nam, quia idem ſolidum adhibetur, portiones variorum liquidorum, quæ ſingulis caſibus ſpatium a parte immerſa occupatum poſſent implere, ſunt ejuſdem ponderis *; ergo volumina illarum portionum, id * 305.
eſt, ipſæ partes immerſæ, ſunt inverſe ut denſitates *. * 289.

312. Detur machina vitrea A, conſtans ex globo cavo, cum
TAB. XXII. fig. 4. tubo in partes æquales diviſo; infra globum alius minor additur, qui pro parte mercurio aut globulis exiguis plumbeis impletur, ut eo pondere tubus verticaliter in liquida deſcendat, & in eo ſitu retineatur; ne nimium ponderis in minori globo detur cavendum, nam ut machina liquidis comparandis levior ſit requiritur. In variis liquidis ad varias profunditates deſcendit machina, & denſitates horum, ut ſtatim dictum, ſunt inverſe ut partes immerſæ, quæ ideo inter ſe comparandæ ſunt. Filum machinæ alligetur, & machina cum filo annexo exacte ponderetur, pondus noſtræ fuit gr. 573.; machina aqua immerſa ad *b* deſcendit; pondus ergo aquæ ejuſdem voluminis cum parte machinæ im-
* 305. merſa valet gr. 573.*, & hocce volumen per hunc numerum poteſt exprimi. Filum memoratum unco V, lancis A, bilancis in fig. 1. Tab. XVIII. repræſentatæ, annectatur; machina manente immerſa, lanci B pondus viginti gr. imponatur, & lente moveatur pondus P, ut bilanx elevetur, (quo tubus pro parte aqua extrahitur,) donec detur æquilibrium, ſuperficiesque aquæ tunc pervenit ad punctum *d*. Aqua ſuſtinet pondus totius machinæ demtis viginti granis, id eſt, ſuſtinet gr. 553., & pondus aquæ ejuſdem voluminis cum parte nunc immerſa tot grana valet, & per hunc numerum exprimitur, volumenque partis *db* tubi erit 20.; ſi ſpatium *d b* dividatur in partes æquales 10. & diviſiones continuentur adſcendendo ultra *b*, & deſcendendo infra *d*, ſingulæ valebunt 2; & ex nota diviſione, ad quam machina in liquido deſcendit, dabitur volumen partis immerſæ; ſic ſi totus tubus extra aquam hæreat, volumen immerſum erit 549; ſi ad ſupremam hic notatam diviſionem deſcendat, volumen immerſum erit 579; & denſitates liquidorum, in quibus hoc contingit, ſunt inverſe ut illi numeri, id eſt, ut 579. ad 549., & ſolæ denſitates intermediæ ope hujus machinæ comparari poſſunt. Si globus majorem ad tubum rationem haberet, liquida, quorum denſitates magis inter ſe differrent, comparari poſſent. Quando varia comparantur, numeri, volumina partium immerſarum deſignantes, haben-
tur

tur pro denominatoribus fractionum, unitatem in numeratore habentium, deſignantque hæ fractiones rationem denſitatum; ſunt enim inter ſe inverſe ut denominatores.

E x p e r i m e n t u m 2.

Sint comparandæ denſitates aquarum diverſas ſalis quantitates continentium, in unam deſcendit machina ad diviſionem *a*; altera ſi immergatur, deſcendit tantum ad diviſionem *c*; denſitates harum erunt inter ſe ut $\frac{1}{569}$ ad $\frac{1}{565}$, ut ex ſtatim dictis facile deducitur.

Multis etiam obnoxia eſt difficultatibus hæc methodus, præter hanc, quod difficile ſit eadem machina liquida denſitate multum differentia inter ſe conferre.

Methodus omnium optima eſt, adhibito ſolido liquidis graviore. *Quando idem corpus variis liquidis immergitur,* 313.
pondera ab illo, in his amiſſa, ſunt inter ſe ut horum denſi- 314.
tates *. Utendum hic bilance hydroſtaticis Experimentis *297. 288.
adaptata *.; ulterius vitri fruſtum ſolidum requiritur cujus- * 272.
cunque figuræ ut C, quod capillo equino, unco alterius TAB. XXI. fig. 5.
bilancis, ſuſpendi poteſt. Requiritur & pondus P, quod fig. 6.
cum vitro C aqua immerſo æquiponderet, ut repræſentatur in fig. 4. Differentia inter pondus P & pondus vitri fig. 4.
C, quando hoc aqua extrahitur, eſt pondus a corpore in aqua amiſſum; notetur hoc, ut in omnibus Experimentis ſerviat; eſt in noſtra machina gr. 722. Suſpendatur corpus in alio quocunque liquido, niſi ejuſdem denſitatis fuerit cum aqua, non ſervabitur æquilibrium, inſtauretur hoc pondere lanci uni aut alteri impoſito; ſi lanci A, addatur illud differentiæ memoratæ gr. 722.; ſi lanci B, ſubtrahatur illud ab eodem numero, & eo in utroque caſu, ut patet, determinatur pondus a corpore amiſſum, id eſt, pondus denſitatem liquidi exprimens.

E x p e r i m e n t u m 3.

Oleo terebinthinæ immergatur pondus C, lanci A ſuſpenſum, dum pondus P lanci B adhæret; lanci B impoſitis gr. 94. æquilibrium datur. Lacte eodem modo pondus C immergatur, ut bilanx ad æquilibrium redeat, pondus 22. gr. in lance A requiritur. Subtracto primo numero e 722., &

huic ſecundus ſi addatur, habemus 628. & 744., denſitates memoratorum liquidorum exprimentes, dum 722. ipſius aquæ denſitatem deſignat.

CAPUT V.

De hydroſtatica Solidorum comparatione.

IN omnibus corporibus homogeneis, & æqualibus, den-
* 288. ſitates ſunt ut pondera *; in inæqualibus ejuſdem ponde-
* 289. ris denſitates ſunt inverſe ut volumina *; ſi ergo & volumina & pondera differant, denſitatum ratio eſt compoſita, ex
315. directa ponderum, & inverſa voluminum; & ideo *dividendo pondera per volumina dantur denſitates*, id eſt, dan-
316. tur numeri, qui ſunt inter ſe ut hæ denſitates.

In omnibus corporibus, adhibita libra, pondera comparantur; volumina deteguntur *immergendo corpora eodem liquido*; *pondera* enim *ab iis amiſſa ſunt ut ipſorum volumi-*
* 299. *na* *.

317. Hic iterum bilanx hydroſtatica uſu venit *, ut & vas vi-
TAB: XXI. fig 7. treum ut D, cui corpora comparanda imponuntur; requiri-
* 271. tur etiam pondus ut P (fig. 6.), quod cum hoc vaſe æquiponderet; & tandem pondus *p* (fig. 8.) æquale ponderi quod vas D, quando in aqua ſuſpenditur, amittit.

Annectitur, ope capilli equini, vas D, loco corporis C, (vide fig. 4.) lanci A, & pondere P lanci B appenſo, datur æquilibrium; corpus, cujus denſitas quæritur, vaſi D, ut dictum, imponitur, & ponderatur; aqua vas cum corpore, deſcenſu bilancis, immergitur; lanci B impoſito pondere *p*, quo æquilibrium inſtauratur reſpectu vaſis D, adjicitur quantum ponderis ulterius requiritur ut æquilibrium detur; hocque eſt pondus a corpore ponderato amiſſum; per hoc ergo pondus ipſius corporis dividendum eſt, ut habeamus den-
* 315. ſitatem *.

EXPERIMENTUM I.

Pondus auri 137. gr. amittit in aqua gr. $7\frac{1}{4}$. Pondus argen-

TAB. XXI.


Fig. 7.
D
Fig. 4.
B
A
P
C
Fig. 2.
A
C
E
Fig. 5.
C
Fig. 6.
P
Fig. 8.
p
C
V
F
D
A
P
Fig. 3.
B
V
Fig. 1.
E
C
D

genti 248. gr. amittit in aqua 24. gr. ſunt ergo illorum denſitates ut $18\frac{26}{29}$ ad $10\frac{1}{3}$, id eſt, fere ut 11. ad 6.

Annectendo corpus cujus denſitas quæritur, & quod liquido gravius eſt, corpori liqudo leviori, etiam denſitas detegitur.

Sit machina A, ſimilis machinæ in capite præcedenti de- 318.
ſcriptæ *, in inferiori parte cum hac cohæret annulus DE, TAB. XXII. fig. 5.
ut & in ſuperiori parte annulus FG; proprio pondere glo- * 312.
bus pro parte tantum aqua immergitur. Uſui hæc Machina adaptari nequit, niſi, quantum ponderis corpus quodcunque in aqua amittat, alia quacunque methodo conſtet; notumque ideo ponimus $109\frac{7}{10}$ gr. plumbi in aqua ponderare 100. gr.; imponantur ideo tot gr. annulo DE, quo machina, in aquam immiſſa, deſcendit ad *a*; annulo FG grana quædam ad libitum, ex. gr. octo, imponantur, & machina deſcendet ad *c*; ſpatium *ac* dividatur in partes octo, diviſionesque ſurſum & deorſum continuentur, diviſioque *a* pro centeſima habeatur, diviſio *c* erit centeſima octava, omnium infima in hac figura erit nonageſima ſeptima. Clare patet, ſi n. 307. conferatur cum præparatione memorata, diviſionem, ad quam machina in aqua deſcendit, indicare pondus granorum, quo machina gravatur; impoſito ideo corpore annulo DE, illius pondus in aqua determinatur; ſubtrahendo hocce pondus ab illius pondere extra aquam, datur pondus in aqua amiſſum; per quod, ſi pondus extra aquam dividatur, denſitas, ut in principio hujus capitis dictum, detegitur.

Quando per pondus corporis machina non ſatis immergitur, hujus pondus augetur impoſito pondere annulo FG, ut ſequenti Experimento patebit.

Experimentum 2.

Fruſtum æris, centum gr., annulo DE imponitur, quo machinæ globus non immergitur; pondus quodcunque, ex. gr. ſeptemdecim gr., imponatur annulo FG, & Machina deſcendit ad *b*, id eſt, ad diviſionem 105.; quod probat tot granis Machinam gravari, ex his 17. ultimo memorata ſubtrahantur, reliqua 88. ſunt pondus fruſti memorati æris

in aqua; quod ergo amittit 12. gr.; per quæ ſi pondus centum gr. dividatur, habemus $8\frac{1}{2}$. exprimens æris denſitatem; eodem modo cum aliis corporibus quibuſcunque procedendo, conferuntur horum denſitates.

Methodus hæc variis obnoxia eſt difficultatibus; præcedens omnium eſt optima.

CAPUT VI.

De Reſiſtentia Fluidorum.

319. *Omnia corpora, quæ in fluidis moventur, reſiſtentiam patiuntur, quæ ex duabus cauſis oritur. Prima eſt partium liquidi cohæſio*; corpus in motu ſuo, ſeparans liquidi particulas, ſuperare debet vim cum qua hæ cohærent, quo motus illius retardatur. *Secunda eſt inertia materiæ*,
* 12 quæ omnibus corporibus competit *, unde certa vis requiritur, qua particulæ e loco dimoveantur, ut corpori tranſitum præbeant: corpus ad particulas removendas in illas agit, hæ illius motum reactione minuunt.

320. *Retardatio ex* prima cauſa, *cohæſione partium*, in eodem ſpatio, manente eodem corpore, eſt ſemper eadem, quæcunque fuerit corporis velocitas; eadem in omni caſu cohæſio ſuperanda eſt; creſcit igitur hæc reſiſtentia cum ſpa-
* 53. tio percurſo, in qua etiam ratione creſcit velocitas *; *eſt* idcirco *ut* ipſa *velocitas*.

321. *Reſiſtentia ex materiæ inertia, quando idem corpus per varia liquida, eadem cum celeritate, movetur*, ſequitur proportionem materiæ eodem tempore removendæ, quæ *eſt ut liquidi denſitas*.

322. *Quando idem corpus per idem liquidum, variis cum celeritatibus, fertur, reſiſtentia hæc creſcit* cum numero particularum in quas tempore æquali corpus impingit, qui numerus eſt ut ſpatium eo in tempore percurſum, id eſt, ut velocitas; ſed creſcit ulterius hæc reſiſtentia in ratione vis, cum qua corpus in ſingulas particulas incurrit, quæ vis eſt etiam ut

ut corporis celeritas: ſic ſi velocitas fuerit tripla, reſiſtentia eſt tripla, ex triplo numero particularum eodem tempore ex loco removendarum, eſt etiam tripla ex ictu triplo fortiori in ſingulas particulas; tota ergo reſiſtentia eſt noncupla, id eſt, *ut quadratum velocitatis.*

Corpori ergo, in liquido moto, partim reſiſtitur in ratione velocitatis, partim in hujus ratione duplicata. *Re-* 323.
ſiſtentia ex cohæſione partium in liquidis, ſi glutinoſa excipias, non eſt admodum ſenſibilis reſpectu reſiſtentiæ alius, & cum hæc creſcat in ratione quadrati velocitatis *, illa * 222.
in ipſa ratione velocitatis *, quo magis celeritas creſcit, * 220.
eo magis hæ reſiſtentiæ inter ſe differunt; quare *in moti-* 324.
bus celerioribus hæc *ſola conſideranda venit, quæ eſt ut quadratum velocitatis.*

In ſequentibus non loquor de liquidis glutinoſis, neque de motibus lentioribus, in quibus reſiſtentia ex cohæſione partium conſideranda venit.

Si liquidum vaſi figura prismatis donato *includatur*, & *per* 325.
illud moveantur, celeritate æquali & directione ad latera priſmatis parallela, *duo corpora, unum ſphæricum, alterum cylindricum, ita ut diameter baſis hujus corporis ſit æqualis diametro ſphæræ, cylindruſque feratur juxta directionem ſui axis, corpora hæc eandem patientur reſiſtentiam.* Ut illud demonſtretur, concipiendum corpora quieſcere, liquidum vero cum celeritate quam corpora habuere per vas moveri; eo motus relativus corporum & liquidi non mutatur; actiones ergo corporum in liquidum & liquidi in corpora non variantur. Retardatio quam liquidum patitur, transeundo juxta corpus, ex eo ſolo oritur, quod ibi illud in ſpatium magis anguſtum redigatur; ſed pyxidis capacitas æqualiter ab utroque corpore minuitur; retardationem ergo æqualem corpus utrumque producit, &, propter actioni æqualem reactionem, liquidum æqualiter agit in corpus utrumque; quare etiam utrumque æqualiter retardatur, quando hæc moventur, liquidum vero quieſcit.

Hæc demonſtratio, licet vas augeatur, æqualiter procedet, 326.
& in liquido infinito compreſſo locum habebit: idcirco *ad*

cor-

corpora alte immerſa referri poterit. Agitur hic de liquido continuo, & cujus partes preſſione in minus ſpatium redigi nequeunt; aliter accumulatio dabitur ad partes anticas corporis, relaxatio vero ad partes poſticas; idque eo magis, quo magis corpus eſt obtuſum, quod etiam majorem in motu liquidi irregularitatem, ut & retardationem majorem in motu corporis producet.

327. *Quando corpus in liquido quocunque movetur juxta ſuperficiem*, ad partes corporis anticas elevatur liquidum, ad poſticas deprimitur; majoresque ſunt hæ elevationes & depreſſiones, *quo magis corpus eſt obtuſum*, *& eo hoc magis retardatur*; major etiam in motu liquidi in hoc caſu datur irregularitas, qua corporis retardatio adhuc augetur.

328. *Hæc etiam obtinent, ſi corpus non alte immergatur*, in quo tamen caſu liquidi irregularitas præcipua retardationis cauſa eſt.

Ut ergo hæ irregularitates ſeponantur, conſideranda ſunt corpora alte immerſa, & circa ea regulæ tradendæ ſunt, quibus, in variis caſibus, inter ſe poſſint conferri retardationes. Corpora ponimus ſphærica, licet demonſtrationes eodem modo procedant in omnibus corporibus ſimilibus & ſimiliter motis.

329. Notandum hic *reſiſtentiam a retardatione diſtingui debere*; reſiſtentia retardationem producit; *quando agitur de eodem corpore, illam pro hac uſurpare licet*, quia eandem ſequuntur proportionem; poſitis vero corporibus diverſis,

330. eadem reſiſtentia ſæpe retardationes diverſas generat: *ex reſiſtentia datur motui corporis motus contrarius, retardatio eſt celeritas, ipſa reſiſtentia eſt hujus motus quantitas.*

331. *Dentur corpora æqualia ſed diverſæ denſitatis, æquali cum velocitate per idem liquidum mota*; liquidum eodem modo in utrumque agit; eandem ergo patiuntur reſiſtentiam, *retardationes* vero diverſas; & *ſunt* hæ *inter ſe* ut celeritates, quæ iisdem viribus, in corporibus propoſitis,

* 330. generari poſſunt *; id eſt, ſunt inverſe ut quantitates mate-

teriæ in hiſce corporibus *, aut *inverſe ut* horum *denſitates* *. * 65. * 288.

Poſitis autem *corporibus ejuſdem denſitatis ſed inæqualibus, æque celeriter, per idem fluidum, motis*, creſcunt reſiſtentiæ in ratione ſuperficierum, id eſt, ut quadrata diametrorum; quantitates materiæ augentur in ratione cuborum diametrorum; reſiſtentiæ ſunt motus quantitates, retardationes ſunt celeritates ex iis oriundæ *; dividendo quantitates motus per materiæ quantitates, dantur celeritates *; *ſunt* ergo *retardationes* ut quadrata diametrorum directe, & ut cubi diametrorum inverſe, id eſt, *inverſe ut ipſæ diametri*. 332. * 330. * 64.

Si corpora fuerint æqualia, æque velocia, ejuſdem denſitatis, ſed per liquida varia mota, retardationes ſunt ut liquidorum denſitates *. 333. *329. 321. 323.

Quando corpora æque denſa, & æqualia, per idem liquidum, variis velocitatibus, feruntur, retardationes ſunt ut quadrata velocitatum *. 334. *329. 324.

Poſſunt ex dictis inter ſe conferri *motuum quorumcunque retardationes*; *ſunt* enim hæ 1. *ut velocitatum quadrata* *; 2. *ut liquidorum, per quæ corpora moventur, denſitates* *; 3. *inverſe ut corporum diametri* *; 4. *tandem inverſe ut ipſorum corporum denſitates* *. 335. * 334. * 333. * 332. * 331.

Numeri, in harum rationum ratione compoſita, proportionem retardationum exprimunt. Multiplicando quadratum velocitatis per liquidi denſitatem, & productum dividendo per productum diametri corporis per hujus denſitatem, & ſic operando pro variis motibus, diviſionum quotientes prædictam rationem compoſitam inter ſe ſervabunt.

Poſſunt & hæ retardationes inter ſe conferri, comparando reſiſtentiam cum gravitate. Demonſtratur *reſiſtentiam cylindri, juxta axis directionem moti*, cui æqualis eſt reſiſtentia ſphæræ ejuſdem diametri *, *æqualem eſſe ponderi cylindri ex liquido, per quod corpus movetur, baſin æqualem cum corpore habentis, & cujus altitudo eſt dimidium altitudinis, a qua corpus in vacuo cadendo poteſt acquirere velocitatem, cum qua per liquidum cylindrus memoratus mo-* 336. * 325.

vetur. Ex data corporis moti celeritate cylindri liquidi altitudo detegitur, ut & hujus pondus ex notis liquidi gravitate ſpecifica & corporis diametro. Globus ex. gr. diametri trium pollicum per aquam moveatur, celeritate qua in tempore minuti ſecundi ſedecim pedes poteſt percurrere; ex
157. 158. iis quæ de corporibus cadentibus & pendulis dicta ſunt,
134. ut & per Experimenta pendulorum, fuit detectum, hanc eſſe celeritatem, quam corpus cadendo ab altitudine quatuor pedum acquirit; pondus ergo cylindri aquei, diametri trium pollicum, & altitudinis duorum pedum, id eſt, pondus circiter ſex librarum & trium unciarum, æquipollet reſiſtentiæ globi prædicti.

337. *Reſiſtentia* ſic detecta, *dividatur per pondus corporis*, quo
* 79. quantitas materiæ in hoc deſignatur*, *dabitur retardatio* *.
* 330.
* 335. Qua regula non diverſa, quam per præcedentem *, proportio inter varias retardationes detegitur.

Motuum directorum retardationibus conſideratis, transeundum ad motum pendulorum.

338. Penduli, in vacuo oſcillantis, arcus adſcenſu, celeritate deſcendendo acquiſita, deſcriptus æqualis eſt arcui deſcenſu deſcrip-
* 151. to*; in liquido non itidem, & eo major eſt inter hos arcus differentia, quo major eſt reſiſtentia, id eſt, ſi agatur de iisdem liquido & pendulo, quo major eſt arcus deſcendendo deſcriptus.

339. *Sit liquidi reſiſtentia in ratione ipſius velocitatis, & pendula duo, omnino ſimilia, in cycloide oſcillantia, inæquales peragant vibrationes, eodemque momento cadere incipiant*; moveri inchoant cum viribus quæ ſunt ut arcus deſcenſu
* 156. deſcribendi *; ſi hæ impreſſiones primi momenti ſolæ conſiderantur, poſt tempus quodcunque celeritates erunt in eadem ratione ac in principio; nam retardationes, quæ
* 329. ſunt ut ipſæ velocitates *, harum proportionem immutare nequeunt; ratio enim inter quantitates non mutatur, additione aut ſubtractione quantitatum in eadem ratione. Temporibus igitur æqualibus, utcunque inter movendum ex reſiſtentia mutetur corporis celeritas, ſpatia percurruntur quæ
* 53. ſunt ut vires in principio *, id eſt, ut arcus deſcenſu deſcribendi; idcirco poſt tempus quodcunque corpora ſunt in

in horum arcuum punctis reſpondentibus. In hiſce autem punctis vires generantur in eadem ratione quam in principio *; & proportio celeritatum, quæ ex reſiſtentia non variatur, ex gravitate etiam nullam mutationem patitur. In adſcenſu gravitas motum corporum retardat, ſed in punctis reſpondentibus illius actiones ſunt in eadem ratione quam in deſcenſu. Ubique ergo in punctis reſpondentibus celeritates ſunt in eadem ratione. Cum autem iisdem momentis corpora ſint in hiſce punctis reſpondentibus, ſequitur motum amborum eodem momento deſtrui, id eſt, *iisdem temporibus vibrationes abſolvi.* Spatia in tempore unius vibrationis percurſa ſunt ut vires quibus percurruntur; id eſt, *arcus integrarum vibrationum ſunt ut arcus deſcenſu deſcripti*, quorum duplum ſunt arcus in vacuo deſcribendi. *Defectus arcuum in liquido deſcriptorum ab arcubus in vacuo deſcribendorum* ſunt differentiæ quantitatum in eadem ratione, & *ſunt ut arcus deſcenſu deſcripti.*

* 156 340. 341.

Ex eo quod eadem inter hoſce varios arcus proportio detur, ſequitur *celeritates in punctis reſpondentibus arcuum deſcriptorum eſſe ubique ut arcus deſcenſu deſcripti*; hæc enim puncta reſpondentia ſunt etiam puncta reſpondentia arcuum in vacuo deſcribendorum, in quibus hanc proportionem locum habere demonſtravimus. 342.

Creſcat nunc *reſiſtentia in ratione duplicata velocitatis, & vibrationes inæquales peragat corpus pendulum, majores erunt magis diuturnæ*, propter reſiſtentiam magis creſcentem quam in caſu n. 239. 343.

Celeritates tamen, *poſitis arcubus non admodum inæqualibus, in arcuum deſcriptorum punctis reſpondentibus, ſunt ubique quam proxime in* eadem ratione, & quidem *ratione arcuum deſcenſu deſcriptorum.* Si reſiſtentia eſſet in ratione celeritatis, hæc proportio obtineret *, nunc vero turbatur propter majorem reſiſtentiam in majori vibratione, qua motus in hac magis minuitur. Sed duplici ex cauſa magis acceleratur. 1. Vibratio hæc major diutius durat *, corpuſque diutius hæret in certo ſpatio quam in ſpatio reſpondenti in vibratione minori, & per longius tempus acceleratur. 344. * 342. * 343.

2. Defectus arcus deſcripti, ab arcu in vacuo deſcribendo, major eſt, ſervata proportione, in vibratione majori; quia in hac reſiſtentia magis differt a reſiſtentia in minori vibratione, quam in n. 241: puncta ergo reſpondentia, ſervata proportione, magis a puncto infimo in arcu majori quam in minori diſtant, quamdiu in hoc corpus deſcendit; major ideo, ſervata proportione, in illo datur acceleratio, quia vis, quæ continuo in corpus agit, eſt ut hujus diſtantia
* 156. a puncto infimo *. Datur ergo compenſatio, & memorata proportio reſtituitur. In adſcenſu corporis, duratio retardationis concurrit cum reſiſtentia ad hanc turbandam proportionem, ſed nunc minus in majori arcu puncta reſpondentia, ſervata proportione, a puncto infimo diſtant, quam in minori, & ex gravitate minor, ſervata proportione, retardatio datur; & ita jam, ſervata proportione, crevit differentia diſtantiæ punctorum reſpondentium a puncto infimo, ut ex hoc ſolo facile compenſatio detur.

Reſiſtentiæ, quæ ſunt ut quadrata celeritatum, ſunt igitur ubique in punctis reſpondentibus, ut quadrata arcuum deſcen-
* 329. ſu deſcriptorum; in qua etiam ratione retardationes ſunt*; cum harum ſingulæ in punctis reſpondentibus eandem ſervent proportionem, in ea etiam erunt proportione ſummæ omnium, id eſt, retardationes integræ, quæ ſunt defectus arcuum in liquido deſcriptorum, ab arcubus in vacuo deſcribendo-
345. rum; aut quod idem eſt, *differentiæ inter arcus deſcenſu & adſcenſu proximo deſcriptos*. Hæ ergo differentiæ, *ſi vibrationes non fuerint admodum inæquales, ſunt quam proxime ut quadrata arcuum deſcenſu deſcriptorum.* Quod etiam Experimentis in vibrationibus majoribus confirmatur; in hiſce enim proportio reſiſtentiæ, de qua hic agitur, locum
* 324. habet *.

346. TAB. XXII. fig. 6. Arca ABFCD, longitudinis trium pedum, latitudinis & altitudinis unius pedis, aqua impletur; unco V, medio Arcæ reſpondenti, pendulum V*p* ſuſpenditur; conſtat hoc ex filo ferreo longitudinis ſeptem aut octo pedum, & ex globo plumbeo *p* diametri unius pollicis cum ſemiſſe; quando pendulum quieſcit, diſtat globus ab Arcæ fundo tres

pol-

pollices. In P globus major plumbeus, diametri trium pollicum, cum memorato filo ferreo jungitur, ut globus *p* in aqua minus retardetur.

Juxta latitudinem Arcæ, ſuper hujus ora, moveri poteſt tabula lignea altitudinis circiter quinque pollicum, cui applicantur regulæ diviſæ æneæ, EG, EG, & indices MM, ad angulos, a pendulo deſcenſu & adſcenſu deſcriptos, menſurandos, methodo in n. 170. p. 51. tradita.

Experimentum.

Regulæ EG, EG ita diſponantur, ut extremitates G, G pendulo reſpondeant quando hoc quieſcit, & ut inter illas extremitates diſtantia detur æqualis diametro fili ferrei, cui corpora P*p* cohærent. Applicetur index unus diviſioni 16. regulæ, & alter diviſioni 14. alterius regulæ, ab illo indice dimittatur pendulum, ad hunc fere adſcendet. Si pro hiſce diviſionibus adhibeantur 20. cum $16\frac{7}{8}$. eodem modo procedet Experimentum; ut & quando diviſionibus 24. & $19\frac{1}{2}$. indices applicantur. Notandum aquam perfecte debere quieſcere.

Arcus deſcenſu in hoc Experimento deſcripti ſunt inter ſe ut 4. 5. & 6., quorum quadrata ſunt 16. 25. 36.; differentiæ horum arcuum cum arcubus adſcenſu deſcriptis ſunt 2, $3\frac{1}{8}$, $4\frac{1}{2}$ qui numeri ſunt inter ſe ut prædicta quadrata, ut patet multiplicando hos per octo.

Corpus in liquido libere deſcendens acceleratur, ex gravitate reſpectiva corporis, quæ continuo in hoc agit; *non* 347.
tamen *æquabiliter* ut in vacuo *. Ex liquidi reſiſtentia datur * 129.
retardatio, id eſt, accelerationis diminutio, quæ diminutio cum corporis velocitate augetur. *Datur etiam veloci-* 348.
tas maxima, quam corpus cadendo acquirere poteſt; nam ſi hujus velocitas talis fuerit ut *reſiſtentia ex ea oriunda, æquipolleat ponderi reſpectivo corporis*, accelerari hujus motus non amplius poteſt; motus enim, qui continuo a gravitate reſpectiva generatur, a reſiſtentia deſtruetur, & æquabiliter corpus progredi cogetur: *ad* illam *celeritatem maximam corpus cadendo continuo accedit, illam vero acquirere nunquam po-* 349.
teſt.

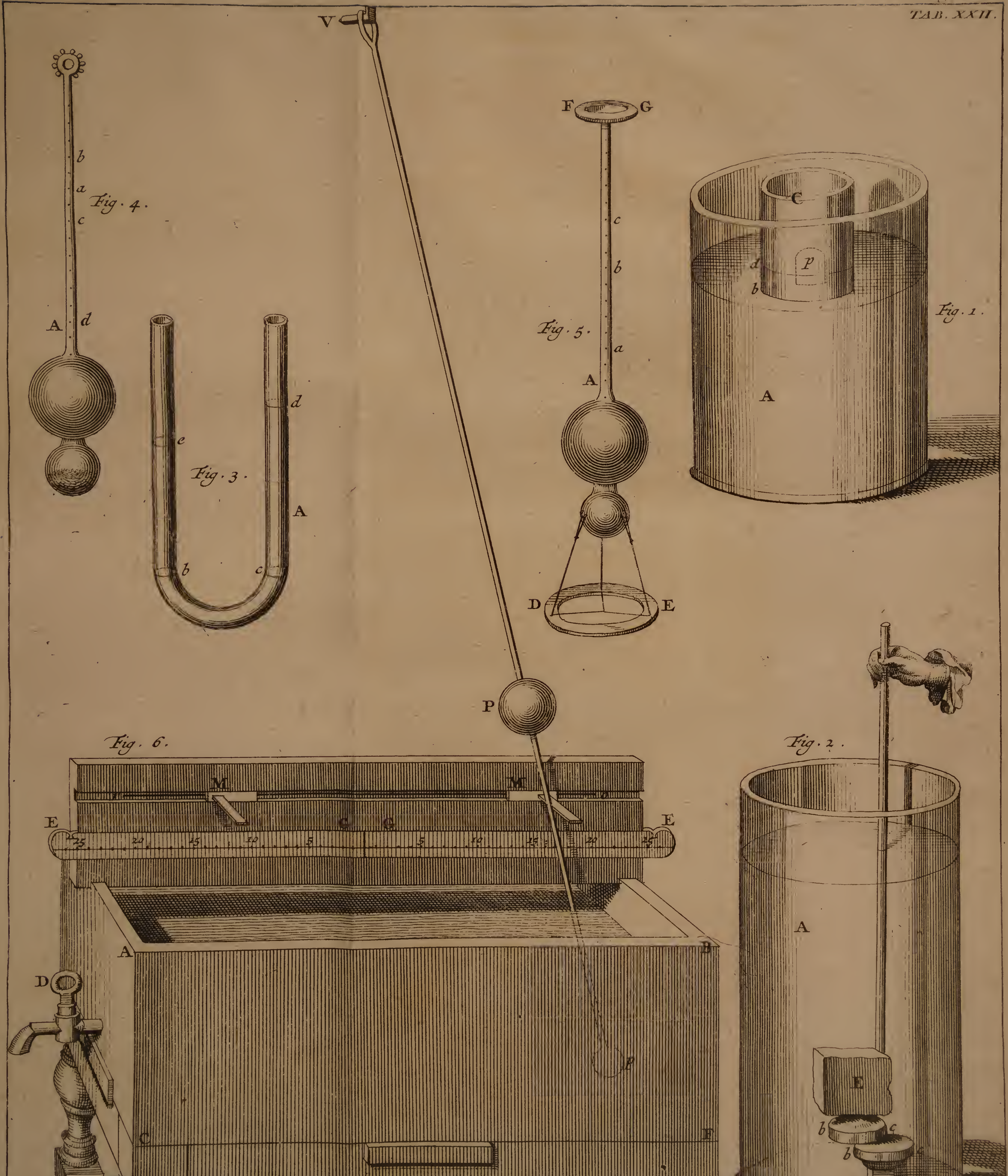
Quando liquidi & corporis denſitates dantur, datur pondus reſpectivum corporis, & ex nota corporis diametro, detegi poteſt, a qua altitudine cadendo in vacuo corpus poteſt acquirere velocitatem, ut reſiſtentia, in liquido,
*336. valeat pondus illud reſpectivum *, quæ erit velocitas maxima memorata.

Si agatur de ſphæra, notum eſt, hanc eſſe æqualem cylindro ejuſdem diametri, & altitudinis duarum partium ter-
350. tiarum hujus diametri; quæ *altitudo* eſt augenda in ratione, in qua pondus corporis reſpectivum ſuperat liquidi pondus, ut habeamus altitudinem *cylindri liquidi, cujus pondus æquet pondus reſpectivum corporis*; hæc autem altitudo *ſi duplicetur, tur altitudo, a qua cadendo in vacuo corpus acquirit velocitatem, quæ reſiſtentiam huic ponderi reſpectivo æqualem ge-*
* 336. *nerat *; & quæ ideo eſt velocitas maxima, quam, cadendo*
* 348. 349. *ab altitudine infinita, in liquido corpus acquirere poteſt *.*

Plumbum undecies gravitate aquam ſuperat, quare pondus illius reſpectivum ad aquæ pondus eſt ut 10. ad 1.; globus ergo plumbeus, ut ex dictis ſequitur, non majorem cadendo per aquam poteſt acquirere velocitatem, quam in vacuo cadendo, ab altitudine tredecim diametrorum ſuorum cum parte tertia.

351. *Corpus liquido levius, & in illo ex actione liquidi adſcendens, plane iisdem legibus cum corpore graviori in liquido cadente movetur.* Corpus ubicunque ponatur a liquido ſuſtinetur & in altum fertur, vi quæ valet differentiam ponderis quantitatis liquidi, ejuſdem voluminis cum corpore, ab hujus pondere, ut patet ex n. 293. collato cum n. 292; datur ergo vis, quæ connuo æquabiliter in corpus agit, qua non modo actio gravitatis corporis deſtruitur, ita ut hæc, in hoc caſu, non conſideranda ſit, ſed qua etiam corpus motu æquabiliter accelerato in altum fertur, eodem modo ac corpus liquido gravius deſcendit gravitate ſua reſpectiva; ſed eodem plane modo ex reſiſtentia accelerationis æquabilitas, in adſcenſu corporis liquido levioris, quam in deſcenſu gravioris, deſtruitur.

352. *Quando corpus liquido ſpecifice gravius in hoc in altum proji-*


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.

jicitur, duplici ex cauſa retardatur, ex corporis gravitate reſpectiva, & ex liquidi reſiſtentia, *ad minorem* ideo corpus *adſcendit altitudinem quam in vacuo eadem celeritate adſcenderet. Defectus autem altitudinum in liquido ab altitu-* 353.
dinibus, ad quas iisdem celeritatibus corpus in vacuo adſcendit, majorem ſequuntur proportionem quam ipſæ altitudines, & *in minoribus altitudinibus defectus ſunt fere ut quadrata altitudinum in vacuo.*

LIBRI II. Pars II.

De Motu Fluidorum.

CAPUT VII.

De celeritate fluidi, ex preſſione fluidi ſuperincumbentis.

FLuidum inferius a ſuperiori premitur, & quidem æqualiter verſus omnes partes *; ex actioni æqua- * 275.
li reactione, æquali cum vi verſus omnes partes conatur recedere; idcirco *ſi preſſio ab una par-*
te tollatur, verſus illam partem movetur liquidum; & non 354.
intereſt *verſus quamcunque partem preſſio tollatur, eadem cum celeritate movetur*; quod Experimentis in capite ſequenti memorandis confirmatur.

Ad eandem profunditatem celeritas eſt etiam ubique eadem, propter preſſionis æqualitatem *; mutata vero pro- * 273.272.
funditate mutatur celeritas.

Non tamen eandem cum profunditate proportionem ſequitur velocitas, licet preſſio, ex qua velocitas oritur, in eadem ratione cum profunditate creſcat *. Quantitas motus, * 273.
quæ

quæ in liquido producitur, eſt effectus totus preſſionis, &
* 59. hæc quantitas ad inſtar preſſionis augetur *. Ratio autem quantitatis motus eſt compoſita ex ratione velocitatis &
* 64. quantitatis materiæ motæ *; hic materia mota eſt aqua, quæ ex foramine exit, cujus quantitas, manente tempore, cum celeritate creſcit; dupla erit, ſi hæc fuerit dupla, in
355. quo caſu motus quantitas eſt quadrupla, id eſt, augetur ut *quadratum celeritatis*, quod poſita celeritate quacunque ſemper obtinet; *creſcit* ergo hocce quadratum ut preſſio, id eſt, *ut altitudo liquidi ſupra foramen ex quo profluit aqua.*

356. Parallelopipedum ligneum AB, longitudinis & latitudi-
TAB. XXIV. fig. 1. nis quindecim pollicum, & altitudinis duorum pedum, aqua impletur; ita diſponitur ut fundus ejus elevetur circiter octo pollicibus ſupra fundum horizontalem arcæ ligneæ CD, cujus longitudo eſt fere quatuor pedum, latitudo unius pedis cum ſemiſſe, profunditas quinque aut ſex pollicum.

In E circa fundum vaſis AB hæret tubus æneus horizontalis, cujus cavitatis diameter excedit ſemipollicem; pars anterior lamina clauditur, in cujus medio foramen datur diametri partis duodecimæ unius pollicis: foramen hocce clauditur operculo, quo pars tubi anterior obtegitur, & quod cum hoc ope cochleæ jungitur.

Celeritates, cum quibus aqua aperto foramine ex E exit, inter ſe ope hujus machinæ conferuntur. Moveatur ex. gr. per EL, & in L perveniat ad fundum vaſis CD; motus hicce poteſt reſolvi in duos motus, unum per EI horizontalem, juxta directionem quam aqua dum ex foramine exit ſequitur, alterum per IL verticalem; primus eſt æquabilis, & aqua, celeritate cum qua exit, percurrit
* 209. ſpatium EI, dum cadendo percurrit IL *; quæcunque fuerit celeritas, IL non mutatur, quia EI & vaſis fundus ſunt horizontales; ergo neque tempus mutatur, in quo variæ lineæ ut EI poſſunt percurri, ſunt ideo hæ ut celeri-
* 53. tates cum quibus aqua exit *; menſurando diſtantiam, ad quam aqua proſilit, datur linea EI.

EXPERIMENTUM I.

Detur aqua in vaſe AB, ad altitudinem quinque pollicum ſupra foramen in E, menſuretur diſtantia ad quam proſilit; ſi aqua ulterius infundatur, ita ut altitudo ſit viginti pollicum, ad diſtantiam duplam proſiliet. Quadrata diſtantiarum ſunt hic ut aquæ altitudines, in qua etiam ratione quadrata celeritatum.

Velocitas liquidi, ad profunditatem quamcunque, eadem eſt, 375.
quam corpus, ab altitudine, profunditati æquali, cadendo acquirere poteſt. Nam creſcit liquidi velocitas, quando profunditas foraminis infra liquidi ſuperficiem augetur, in eadem ratione, in qua celeritas corporis cadentis augetur, quando ſpatium cadendo percurſum creſcit *; & in initio *355. 131.
hæ velocitates ſunt æquales; in liquido enim partes ſu- 130.
premæ, ut & corpus in principio caſus, ſola gravitate deſcendere conantur.

EXPERIMENTUM 2.

Eadem, cum præcedenti Experimento, Machina hoc- TAB. XXIV. fig. 1.
ce peragitur; vas AB aqua impletur, & tubus cum foramine, ſimilis tubo E, datur in F, ita ut altitudo ſuperficiei ſupremæ aquæ ſupra fundum vaſis CD hoc foramine in duas partes æquales dividatur, aqua ex hoc foramine ad M proſilit, ita ut diſtantia horizontalis puncti M a foramine ſit dupla ipſius altitudinis foraminis ſupra fundum vaſis CD; percurrit ergo aqua motu æquabili, celeritate cum qua exit, in tempore in quo corpus cadere poteſt ab F ad fundum vaſis CD, ſpatium duplum hujus altitudinis, & ideo movetur cum celeritate quam corpus ab hac altitudine cadendo poteſt acquirere *; hæc autem altitudo æqualis eſt altitudini
ſuperficiei aquæ ſupra foramen. * 134.

CAPUT VIII.

De Liquidis proſilientibus.

Liquidum verticaliter ex foramine proſiliens ea cum ce- 358.
leritate in altum adſcendit, cum qua *ad altitudinem ſuperficiei ſupremæ liquidi* pervenire poteſt *; *nunquam* ta- *357. 137. 357.

men ad illam altitudinem *pertingit*; illudque variis ex cauſis. 1. Celeritas, qua liquidum in altum adſcendit, omnibus momentis minuitur, & columna liquidi proſilientis conſtat ex partibus, ad varias altitudines, celeritate diverſa motis: columnæ ubique ejusdem craſſitiei partes omnes neceſſario eadem celeritate moventur; prædicta columna fit ergo latior omnibus momentis, dum liquidi celeritas minuitur; quod ex impetu liquidi inſequentis oritur, & ex natura liquidi impreſſioni cuicunque cedentis & facile verſus omnes partes moti; ex hoc impetu motus ubique retardatur. 2. Minuitur & hicce motus ex liquido quod, cum totum motum amiſit, hæret in ſuperiori parte columnæ, & a liquido inſequenti ſuſtinetur per momentum temporis, antequam ad latera defluat, quo liquidum hoc in ſequens retardatur, quæ retardatio toti columnæ communicatur. 3. Attritu juxta latera foraminis minor eſt liquidi proſilientis celeritas; qui attritus augetur, quando per tubos & epiſtomia liquidum deducitur. 4. Tandem aëris reſiſtentia motui liquidorum remoram facit.

Cauſam primam retardationis memoratam corrigi minime poſſe nemo eſt qui non videt.

Secunda corrigitur paululum inclinando liquidi directio-
359. nem, ut per ſe patet; & hæc eſt ratio, quare *liquidum, per directionem paululum inclinatam, altius, quam verticaliter proſiliens, adſcendat.*

EXPERIMENTUM I.

TAB. XXIV. fig. 2. Machinæ ſuperius deſcriptæ *, ope cochleæ in N jun-
* 356. gitur tubus urvus N O, ex quo aqua per foramen exiguum in altum proſilit verticaliter; convertendo paululum tubum, quod facile fit propter cochleam in N, inclinatur directio motus aquæ, & altius hæc adſcendit. Hac autem inclinatione ſpectaculi amœnitas deſtruitur.

Circa tertiam cauſam retardationis notandum, majorem, ſervata proportione, dari attritum in minoribus foraminibus quam in majoribus; ex aucta celeritate attritus etiam au-
360. getur: quare *foramina cum altitudine aquæ proſilientis ſunt augenda.*

Ex-

Extremitates tuborum, ex quibus aqua proſilit, vulgo figuram coni truncati habent, ut in P repræſentatur; in TAB. XXIV. fig. 3. qua extremitate magnum aqua attritum patitur & irregulariter movetur, motuque irregulari in altum exit. Corriguntur hæc *obtegendo extremitatem tubi lamina plana & polita, in qua foramen datur*; *altius* enim tunc *aqua proſilit*, & quia motu omnino regulari adſcendit, *perfecte eſt tranſlucida.* 361.

EXPERIMENTUM 2.

Detur tubus memoratus P, ut & cylindrus Q, ab una parte, lamina perforata, clauſus; hi ſeparatim ope cochleæ jungantur extremitati O tubi NO (fig. 1.); manente aqua ad eandem altitudinem in vaſe AB, proſiliat ex tubo P, & ex cylindro Q; & prædicta pleniſſime confirmata erunt. TAB. XXIV. fig. 3.

Tubi, per quos aqua ex receptaculo deducitur, latiſſimi, reſpectu foraminis, requiruntur; ut lente aqua in hiſce tubis moveatur, & ſenſibilis attritus non detur. Ex eadem ratione *epiſtomiorum aperturæ latiſſimæ deſiderantur.* 362. 363.

EXPERIMENTUM 3.

Vaſi AB, ad eandem altitudinem cum tubo F, inſeritur epiſtomium H; tubus, in quo epiſtomium datur, lamina clauditur eodem modo ac tubus F, & ſimiliter hæc lamina perforatur; ipſius epiſtomii apertura eſt quartæ partis unius pollicis. Aqua, quæ per hoc epiſtomium tranſit, in ſpatium magis anguſtum redigitur quam quæ per tubum F movetur; hæc magis eſt tranſlucida, & ad majorem diſtantiam proſilit. TAB. XXIV. fig. 1.

Reſiſtentia aëris ſenſibilem in motu liquidorum exerit effectum; inter liquida ipſe refertur, ut in Parte ſequenti dicetur, idcirco hic obtinent quæ de adſcenſu corporis cujuſcunque in liquido dicta ſunt; & *in altitudinibus minoribus, defectus altitudinum ab altitudinibus in vacuo* ſunt in ratione quadratorum harum altitudinum *; id eſt, ſepoſitis cæteris retardationum cauſis, *ſunt in ratione quadrati altitudinis liquidi ſupra foramen.* Præter hanc reſiſtentiam, datur & alia minime contemnenda aëris actio in liquidum proſiliens. Circumdat ille totam columnam liquidi ſalientis, motuique hujus, quo ad latera ſeſe expandit dum latior fit, reſiſtit, & major vis liquidi inſequentis 364. * 353.

 requiri-

requiritur, quam ſi hæc reſiſtentia ſublata eſſet; reſiſtit ergo aër etiam preſſione laterali. Reſiſtentia ex liquidi ictu in aërem creſcit cum ſuperficie impingenti, id eſt, ſi maneat celeritas, augetur cum foramine, in qua etiam ratione creſcit quantitas materiæ motæ, & hujus reſpectu non intereſt cujuſcunque magnitudinis fuerit foramen.

Preſſio lateralis ſequitur proportionem ſuperficiei columnæ; materia mota, quæ manente celeritate eſt in eadem ra-
* 62. tione cum motus quantitate *, ſequitur proportionem totius columnæ, id eſt, quadrati ſuperficiei hujus; magis ergo, ſi foramen augeatur, creſcit motus quantitas quam ipſa cauſa re-
365. tardans; *in majoribus* ideo *liquidorum proſilentium altitudinibus*, ut preſſio lateralis, quæ, cum diutius agat majorem actionem exerit, melius ſuperari poſſit, *majora deſiderantur foramina*; quod & in eodem caſu ex alia cauſa requiri
* 360. antea diximus *: in quo loco ut & hic majora foramina pro majoribus tantum altitudinibus neceſſaria ponimus, licet demonſtrationes probent hæc foramina, in majoribus altitudinibus maxime neceſſaria, in genere eſſe anteponenda.

Magna foramina etiam motui obſtant; nam major datur ſuperficies, cui incumbit liquidum altiſſimum, quod totum motum amiſit, ibique diutius hæret antequam ad latera defluat. Ex hiſce duobus effectibus contrariis, ſimul junctis,
366. *datur in omnibus altitudinibus certa foraminis menſura, per quod liquidum ad maximam quam poteſt adſcendit altitudinem*. Regulæ tamen de determinando foramine dari nequeunt, quia latitudo tuborum, per quos aqua deducitur, horumque inflexiones illud mutant, ita ut variatio in infinitum detur.

367. Circa maximas altitudines notandum, *magnitudinem foraminis, ut & altitudinem, ad quam liquidum adſcendere poteſt, limites ſuos habere*, quos excedere vetitum. Liquidum non ſolum illud ex foramine exit, quod huic reſpondet, ſed, ut fluxus continuus detur, liquidum vicinum continuo adfluit, quod oblique movetur, & dum proſilit motu compoſito agitatur, & motus verticalis liquidi proſilientis turbatur; quo majus eſt foramen, eo major eſt perturbatio ex hac cauſa oriunda, & in aquis proſilientibus nunquam foramina pollicem unum

cum

cum quadrante excedere debent. Quando liquidi celeritas nimia eſt, tanta cum vi in aërem impingit, ut in guttas diſpergatur; in quo caſu minuendo celeritatem altitudo ad quam adſcendit liquidum augetur, & altitudo datur quæ eſt omnium maxima ad quam liquidum adſcendere quit; hæcque in aqua proſilienti, vix centum pedes ſuperat.

Liquida, quæ oblique proſiliunt, non ex tot cauſis neque tantum quam verticaliter proſilientia retardantur. Secunda retardationis cauſa antea memorata * hic locum non habet, & effectus primæ minor eſt; de cætero hic locum habent quæ de ſolidis oblique projectis dicta ſunt in capite XXIV. lib. I. a num. 212. ad finem uſque capitis; & *liquidum ut innumera ſolida ſeſe mutuo inſequentia & eandem viam percurrentia conſiderari poteſt.* In motu liquidi via percurſa ſenſibilis eſt, & quæ de ſolidis oblique projectis dicta ſunt ope liquidorum ad Experimentum revocantur; ad quod hydrargyro utendum, propter hujus liquidi, præ cæteris, gravitatem ſpecificam. Hæc autem Machina peculiari inſtituenda ſunt Experimenta. 368. * 358. 369.

Arca lignea A B C D E F H longitudinis eſt quatuor pedum cum ſemiſſe, latitudinis octo aut decem pollicum, altitudinis ſex aut ſeptem pollicum. Fundus conſtat ex tabula lignea excavata ad profunditatem ſemi-pollicis, ut melius mercurium contineat. 370. TAB. XXIII. fig. 1.

In extremitate H, lateris E F H, datur tabula H I, latitudinis ſex pollicum, altitudinis duorum pedum, in qua datur ſciſſura *o t*. Hujus ope parallelopipedum ligneum *ſ*, cui a poſteriori parte cochlea cohæret, ad altitudinem quamcunque firmatur.

Parallelopipedum hoc videtur in S (fig. 2.) huic additur pyxis buxea cylindrica P, quæ ſulco circumdatur, cui inſeruntur laminæ duæ æneæ, quarum una videtur in *fe*, harum extremitates junguntur cochleâ *g*, qua pyxis immobilis redditur; hæc vero circa axem eſt volubilis quando illa relaxatur.

In fundo hujus pyxidis datur cavitas cylindrica *a b*, diametri quartæ partis unius pollicis. Habet hæc communicationem cum ſimili cavitate *b c*, quæ terminatur in medio cavitatis majoris *c d*, cujus diameter ſemi-pollicem excedit, & cui inſeritur conus truncatus H buxeus, qui cum cylindro I L

 cohæret,

cohæret, ut videtur in fig. 3.

Implet exacte conus truncatus H cavitatem *c d*; firmiter in hac retinetur ope cochleæ R trajicientis laminam æneam Q O, & circa axem conus hicce truncatus rotari poteſt.

Datur in hoc & in cylindro I L cavitas *b i l* ejuſdem diametri cum cavitate *b c*, & huic reſpondens. Cum hoc cylindro I L conjungitur tubus vitreus N M.

Tubi longitudo eſt unius pedis cum ſemiſſe, extremitas altera videtur in N M, (fig. 5.) quæ cohæret cum cylindro buxeo L I ad formam gnomonis excavati in *l i b*; in *b c* datur cavitas major, cui inſeritur conus truncatus E D, quo hæc exacte repletur, & qui in hac circa axem convertitur, ope manubrii E A.

Cavitas *b i* reſpondet cavitati *d e*, quæ communicatur cum *f g*; pars hæc buxi annulo ferreo B Q circumdatur, in quo exiguum admodum datur foramen *g*, quod, partibus machinæ junctis, cum cavitate pyxidis P (fig. 2.) communicationem habet.

Ne tubus frangatur, extremitates L, L, cylindrorum buxeorum (fig. 3. & 5.) cum tubo applicantur regulæ ligneæ *m m* (fig. 1.). Cum hujus extremitate inferiori *m* jungitur lamina ferrea, (ut videtur in fig. 6) cujus extremitas L P B Q gnomonis dupli ſpeciem fert: cum extremitas L (fig. 5.) cylindri buxei applicetur extremitati regulæ M N, I fig. 5. cum I fig. 6. congruit, & cochlea Q in *o* comprimit cylindrum B D fig. 5. huncque firmiter cum cylindro L I conjungit.

Machinæ omnes partes conjunctæ videntur in fig. 1.; hydrargyrum pyxidi *p* infunditur, & ex foramine *g* fig. 5. proſilit. Manente mercurio ad eandem altitudinem in pyxide, & non variata regulæ *n m* inclinatione, eadem cum celeritate, juxta directionem quancunque, proſilit hydrargyrum; variatur autem inclinatio directionis, motu manubrii *e a* (E A in fig. 5.) Angulus a directione, juxta quam mercurius ex foramine exit, cum horizonte formatus menſuratur ope quadrantis circuli diviſi *q*, juxta quem movetur index

dex *f h*, qui pondere ſuo ſemper in ſitu verticali retinetur. Quadrans hicce videtur in fig. 7. index eſt F H. A poſteriori parte duo dantur annuli, per quos tranſit manubrium E A fig. 5.; quando manubrium hocce eſt in ſitu verticali, index cum diviſione anguli 45. gr. congruit, & directio motus mercurii exeuntis in eo caſu angulum ſemi-rectum cum horizonte efficit.

In fig. 1. proſilitiones mercurii juxta varias directiones repræſentantur: ſenſibiles hæ redduntur ope tabulæ ligneæ G, nigro colore indutæ, quam mercurius in motu ſuo fere radit; in hac, quod hic repræſentari non potuit, ſecundum dicta in n. 212., delineantur viæ a corpore, eadem celeritate, juxta directiones varios angulos cum horizonte formantes, percurſæ; ſemi-circulus etiam A L fig. 5. Tab. XV. in hac tabula deſcribitur.

Variæ tales tabulæ dantur, in quibus hæc eadem pro diverſis celeritatibus repræſentantur.

Tabula fere in medio arcæ erigitur, & cohæret cum latere E F H, ita ut juxta longitudinem pyxidis moveri poſſit.

Celeritas mercurii proſilientis variatur mutando inclinationem regulæ *n m*; & deſcenſu pyxidis *p* apertura, ex qua proſilit hydrargyrum, ad altitudinem delineationi in tabula congruentem diſponitur.

Siſtitur hydrargyri proſilitio obturando cavitatem *a b* (fig. 2.) paxillo D E (fig. 4.)

Experimentum 4.

Partibus Machinæ conjunctis, & diſpoſitis, ut in deſcriptione dictum, inclinetur regula *n m*, donec altitudo, ad quam proſilit mercurius, quando directione, quæ a verticali paululum admodum divergit, in altum adſcendit, fere æquet diametrum ſemi-circuli in tabula G delineati. Ad talem altitudinem pyxis *p* conſtituatur, & tabula G diſponatur, ut axis circumvolutionis cylindri B D (fig. 5.) reſpondeat puncto infimo ſemi-circuli memorati. Quomodocunque inclinetur jactus directio, hujus amplitudo ſemper erit quadruplum lineæ B M in ſemi-circulo A B L (Tab. XV. fig. 5.) Exigua quædam datur differentia, quæ præcipue ex aëris reſiſten- 371. Tab. XXIII. fig. 1.

reſiſtentia oritur; quod pro Experimentis ſequentibus etiam dictum ſit.

EXPERIMENTUM 5.

372. Machina ut in præcedenti Experimento diſpoſita, ſi proſiliat hydrargyrum per duas directiones, quarum unius inclinatio angulum ſemi-rectum excedit, quantum alterius inclinatio ab hoc deficit, mercurius in eodem puncto ſecabit lineam horizontalem quæ per ſemi-circuli, in tabula *G* delineati, punctum infimum tranſit.

EXPERIMENTUM 6.

373. Manente Machinæ diſpoſitione, ſi via pro quacunque motus directione in tabula, ut in Machinæ deſcriptione dictum, delineata ſit, & index *f h* cum diviſione quadrantis, hanc denotans inclinationem, congruat, hydrargyrum in motu ſuo viam delineatam ſecuturum eſt. Si pro variis angulis viæ delineantur, motu manubrii *a e* ſucceſſive mercurius cum diverſis hiſce viis congruit.

EXPERIMENTUM 7.

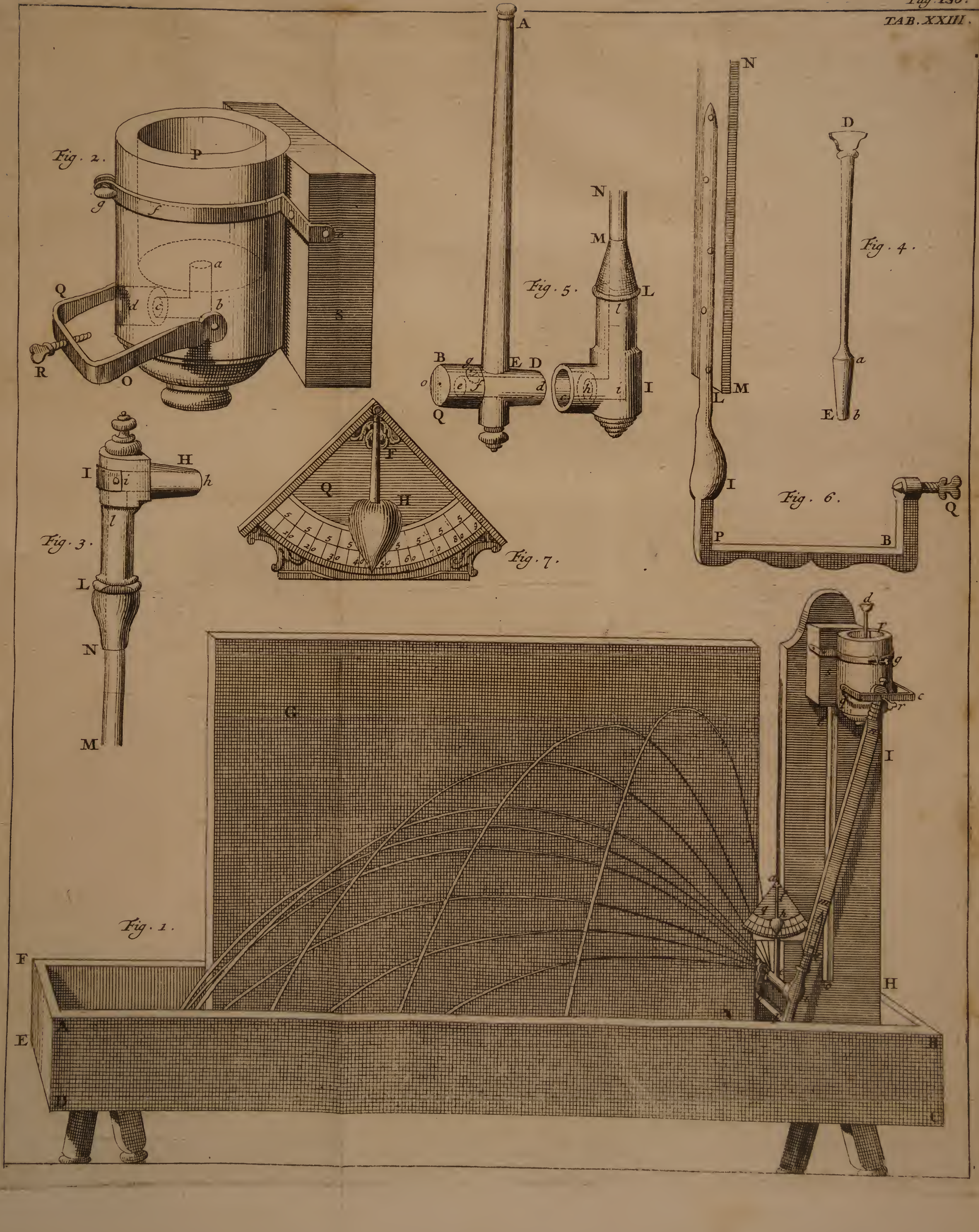
374. Si alia tabula ut G adhibeatur, in qua prædicta pro alia mercurii celeritate ſunt delineata, Experimenta eodem modo procedunt.

Simili methodo, qua per ſemi-circulum determinatur diſtantia, ad quam corpora oblique projecta cadunt, detegitur diſtantia, ad quam liquidum ex foramine in latere vaſis proſilit, quando vas plano horizontali imponitur: diverſa eſt hæc diſtantia pro varia foraminis altitudine, manente ſuperficie ſuperiori liquidi.

375. *Sit A B vaſis liquido repleti altitudo*; ſecetur hæc in
TAB. XXIV. fig. 4. duas partes æquales in C; centro C & radio E A ſemi-circulus deſcribatur; *detur foramen in E*; tandem ducatur ad A B perpendicularis E D in ſemi-circuli circumferentia terminata in D. *Proſiliat liquidum ex E ad F in plano horizontali, diſtantia B F erit duplum perpendicularis E D.*

Quod ut demonſtretur, conſiderandum, liquidum, motu æquabili, celeritate cum qua ex foramine exit, in tempore in quo corpus cadere poteſt ab E ad B, percurrere ſpa-

TAB. XXIII.



ſpatium B F *. In omni motu, manente tempore ſpatium percurſum eſt ut celeritas *; manente celeritate eſt ut tempus: mutatis ergo & tempore & celeritate, ſpatium percurſum erit in ratione compoſita celeritatis & temporis; & hoc per illam multiplicando datur ſpatium percurſum; id eſt, ſi pro variis motibus hæc inſtituatur operatio, dantur quantitates, qui ſpatiorum percurſorum proportionem exprimunt. Si cum quadratis celeritatum & temporum computatio ineatur, dabitur proportio quadratorum ſpatiorum percurſorum. A E hic deſignat quadratum celeritatis *; E B autem quadratum temporis *; harum linearum productum exprimit ergo quadratum ſpatii percurſi B F. Hocce autem productum eſt quadratum lineæ E D; quæ idcirco, mutato foramine, creſcit & minuitur in eadem ratione cum diſtantia B F. Poſito foramine in centro C, diſtantia B G, ad quam liquidum proſilit, ipſi B A æqualis eſt *, & eſt dupla perpendicularis, quæ in C ad A B in ſemi-circulo duci poteſt; quod ergo in omnibus foraminibus obtinet, & E D erit dimidium ipſius B F.

* 209. * 53. * 355. * 131. * 357. 134.

Ex hiſce ſequitur *liquidum ex foramine in centro* C *ad diſtantiam omnium maximam proſilire.* 376.

EXPERIMENTUM 8.

Utendum hic machina in Capite præcedenti deſcripta *. Proſiliat aqua ex foramine F, ut in Experimento 2. Capitis VII., proſiliat eodem tempore ex E, ut & ex G, ubi datur tubus ſimilis tubis hærentibus in F & E; foramen G minus quam F, foramen E vero magis a ſuperficie aquæ diſtant, ex neutro pervenit aqua ad diſtantiam ad quam ex F proſilit.

TAB. XXIV. fig. 1. * 356.

Ex dictis ulterius ſequitur *ex foraminibus* E & *e æque diſtantibus a centro* C *aquam ad eandem proſilire diſtantiam*, quia in eo caſu perpendiculares E D, *e d* ſunt æquales.

TAB. XXIV. fig. 4.

EXPERIMENTUM 9.

Per F concipiatur linea horizontalis, quæ tranſit per H; ſi H G & H E fuerint æquales, ex utroque foramine G & E aqua proſiliet ad L. 377.

TAB. XXIV. fig. 1.

CAPUT IX.

De liquido ex vaſis profluente, & irregularitatibus in iſto motu.

378. LIquidi quantitas, quæ *in dato tempore ex dato foramine* fluit, ad inſtar liquidi exeuntis velocitatis creſcit: pendet hæc ab altitudine liquidi ſupra foramen, & non in-
* 354. tereſt verſus quamcunque partem motus liquidi dirigatur *;
* 355. *quadrata ergo quantitatum effluentium ſunt in ratione altitudinum liquidi ſupra foramina* *.

In tempore in quo corpus libere cadendo percurrit altitudinem liquidi ſupra foramen, exit ex foramine liquidi
*357. 134. columna longitudine duplum altitudinis hujus æquans *. Foramen ipſum eſt baſis columnæ, & datur; ſi altitudo liquidi ſupra foramen nota ſit, datur tota columna; tempus etiam
* 157. facile determinatur per Experimenta pendulorum *: detecta autem quantitate, quæ in tempore noto exit, quid in tempore quocunque dato effluat non latet.

Hic notandum, aëris reſiſtentiam, & attritum liquidi juxta latera foraminis, motum liquidi impedire, & regulam memoratam non exacte obtinere, & ſemper minorem, quam quæ per hanc determinatur, effluere liquidi quantitatem; Experimentis tamen, circa aquam inſtitutis, conſtat, quadrata quantitatum, quæ æqualibus temporibus ex eodem foramine effluunt, ſervare ſenſibiliter proportionem quadratorum altitudinum aquæ ſupra foramen, in altitudinibus quinquaginta pedes non excedentibus.

In vaſis, in quibus liquidi adfluxus non datur, hujus celeritas dum effluit continuo mutatur, ad quod attendendum in comparatione temporum in quibus vaſa diverſa evacuantur.

Vaſa cylindrica hic conſideramus, & dicta, ad vaſa quæcunque eandem juxta integram altitudinem capacitatem ſervantia, referri poterunt; ponimus liquidum per foramen in fundo effluere.

Tem-

Tempora, in quibus vaſa cylindrica, ejuſdem diametri & altitudinis, evacuantur, liquido ex foraminibus inæqualibus fluente, ſunt inter ſe inverſe ut hæc foramina. 379.

Vaſa hæc, planis ad baſin parallelis, concipiantur diviſa in partes æquales minimas; & diviſiones utriuſque vaſis non differant inter ſe; cum agatur de partibus minimis, concipi poteſt celeritatem in evacuatione unius partis non mutari. Liquidi quantitas, quæ ex foramine fluit, ſi celeritas non mutetur, creſcit cum foramine & cum tempore; id eſt, eſt in ratione compoſita temporis & foraminis. Partes reſpondentes in vaſis celeritatibus æqualibus evacuantur, & ratio prædicta compoſita hic obtinet: partes etiam ipſæ, id eſt, quantitates liquidi quæ effluunt, ſunt æquales; quare differentia temporum cum foraminum differentia compenſatur; id eſt, ſunt tempora in eadem cum foraminibus, ſed inverſa, ratione; quod cum in ſingulis partibus reſpondentibus locum habeat, ad tempora evacuationum integrorum vaſorum etiam referri debet.

Quando vaſa cylindrica ſunt inæqualia & æque alta, per foramina æqualia, in temporibus, quæ ſunt ut cylindrorum baſes, evacuantur. 380. Vaſa iterum in partes minimas, & numero æquali in utroque vaſe, diviſa concipiantur: ex partibus reſpondentibus per foramina æqualia, & æquali celeritate, liquidum fluit; quantitates ergo quæ effluunt ſunt ut tempora; & ideo in hac temporum ratione ſunt ipſæ partes reſpondentes, quæ ſunt ut cylindrorum baſes: tempora autem integrarum evacuationum ſunt ut tempora in quibus partes reſpondentes evacuantur.

Dentur tandem *duo vaſa cylindrica, quorum baſes ſunt æquales, altitudines vero diverſæ*, ex. gr. ut 1. ad 4. *& evacuentur hæc per foramina æqualia:* concipiantur etiam hæc vaſa planis ad baſin parallelis in partes minimas diviſa; ſitque idem numerus partium in utroque vaſe; partes erunt inter ſe ut ipſa vaſa, id eſt, ut 1. ad 4. Partes ſingulas motu æquabili evacuari, quia de minimis agitur, conſiderare poſſumus; celeritates in partibus reſpondentibus ſunt ubique ut 1. ad 2. *, quia altitudines harum partium ſupra baſes ſunt ut vaſorum altitudines, quæ ſunt ut horum numerorum quadra- 381. * 355.

ta. Unde ſequitur tempora, in quibus partes reſpondentes evacuantur, etiam eſſe inter ſe ut unum ad duo; quia in tempore duplo, celeritate dupla, quantitas quadrupla evacuatur. Cum autem tempora ſint in eadem ratione pro ſingulis partibus reſpondentibus, tempora, in quibus integra vaſa evacuantur, ſunt etiam ut unum ad duo. Si vaſa ſint ut 1. ad 9., tempora, ex demonſtratione ſimili erunt ut 1. ad 3.; & in genere tempora ſunt ut celeritates, quibus partes reſpondentes evacuantur, quarum celeritatum quadrata
* 355. ſunt *ut vaſorum altitudines*,* in qua ratione ergo etiam *ſunt quadrata temporum.*

EXPERIMENTUM I.

TAB. XXIV. fig. 2. Dentur ex metallo tenui tria vaſa cylindrica A, C, B, diametros æquales habentia, & quorum altitudines ſunt ut unum, tria, & quatuor; unumquodque inciſionem in ora habeat, qua effluit aqua certam ſuperans altitudinem, quæ pro vaſis altitudine habetur; in fundis vaſorum A & B, quæ ſunt ut unum & quatuor, foramina æqualia dentur, & aqua impleantur; eodem momento foramina aperiantur; ſi aqua ex B fluens vaſe C recipiatur, impletur hoc in tempore in quo A evacuatur: C continet tres partes quartas vaſis B; partem quartam, quæ ſupereſt, eodem etiam tempore cum vaſe A evacuari, a nemine in dubium vocari poteſt; bis ergo evacuatur A, dum B ſemel.

382. *Tempora, in quibus vaſa cylindrica quæcunque evacuantur,*
* 380. *ſunt in ratione compoſita baſium**, *foraminum**, *& radi-*
* 379. *cum quadratarum altitudinum**.

* 381. 383. *Dividi ita poteſt vas cylindricum, ut partes inter diviſiones interceptæ æqualibus temporibus evacuentur, quod fiet, ſi diviſionum a baſi diſtantiæ fuerint ut numerorum naturalium quadrata*; tempora enim evacuationum vaſorum, quorum altitudines hanc ſequuntur proportionem, ſunt ut nu-
* 381. meri naturales *, & temporum differentiæ æquales.

Tempus in quo vas cylindricum evacuatur eſt ut celeri-
*381. 355. tas cum qua liquidum effluere inchoat *; celeritas ergo, dum liquidum in vaſe deſcendit, in eadem ratione minuitur, cum tempore evacuationis liquidi in vaſe ſuperſtitis; &

mo-

motus liquidi, ex vaſe cylindrico fluentis, eſt retardatus æqualiter in temporibus æqualibus. 384.

Si ex cylindro & ex alio vaſe ejusdem altitudinis & liquidum ſemper ad eandem altitudinem continenti, per foramina æqualia fluat liquidum, in tempore in quo evacuatur cylindrus, ex vaſe memorato fluit dupla aquæ quantitas quam ex cylindro. 385.
Nam, propter altitudines vaſorum æquales, celeritates in principio ſunt æquales; liquidi, quod ex vaſe ſemper repleto exit, celeritas eſt æquabilis; celeritas liquidi, ex cylindro fluentis, eſt æquabiliter retardata *. Idcirco ex iſto vaſe, dum cylindrus, evacuatur fluet dupla aquæ quantitas quam ex cylindro. Si enim duo corpora eadem celeritate propellantur, & primum motu æquabili progrediatur, ſecundum autem motu æquabiliter retardato, & moveantur donec hoc totum motum amiſerit, primum in eo tempore percurret ſpatium duplum ſpatii a ſecundo percurſi*; hic liquidum, quod effluit, pro ſpatio percurſo haberi poteſt, quia foramina ſunt æqualia. * 384. *135. 136. 134.

Præter irregularitates ex attritu & aëris reſiſtentia, dantur aliæ variæ ex cohæſione partium, etiam in liquidis non glutinoſis: de aqua ſola hic loquar. Circa hanc obſervamus, licet eadem cum vi juxta directionem quamcunque, manente æquæ altitudine ſupra foramen, propellatur *, omnium celerrime verticaliter deſcendere; in motu ſuo aqua cadendo continuo acceleratur, cum inſequenti cohæret & hanc accelerat, velocitatemque aquæ ex vaſe profluentis auget. 386. *354.

Ex eadem ratione *motus ex vaſe, cum quo in inferiori parte tubus conjungitur, etiam acceleratur.* Sit vas tale E æquale & ſimile vaſi A, & quod cum tubo altitudinem habeat vaſis B; habeat tubus aperturas ambas æquales foraminibus in fundis vaſorum A & B; impleantur aqua vaſa A, E, & B. In principio motus, ex vaſis B & E æquali cum celeritate aqua fluit, quia altitudines aquæ ſupra foramina, ex quibus aqua exit, ſunt æquales. Sed celeritas in vaſe E ſtatim minuitur, quia ex tubo non major fluere poteſt aquæ quantitas, 387. TAB. XXIV. fig. 2.

quam quæ tubum per aperturam ſuperiorem intrat, quem major aquæ quantitas ingredi nequit, quam quæ ex vaſe A fluere poteſt. Cum partes aquæ cohæreant, aqua effluens illam quæ tubum intrat accelerat, & hæc exeuntem retardat; & aquæ quantitas, quæ certo tempore ex vaſe E effluit, eſt media inter aquæ quantitates, quæ ex vaſis A & B, eodem tempore, fluere poſſunt.

Experimentum 2.

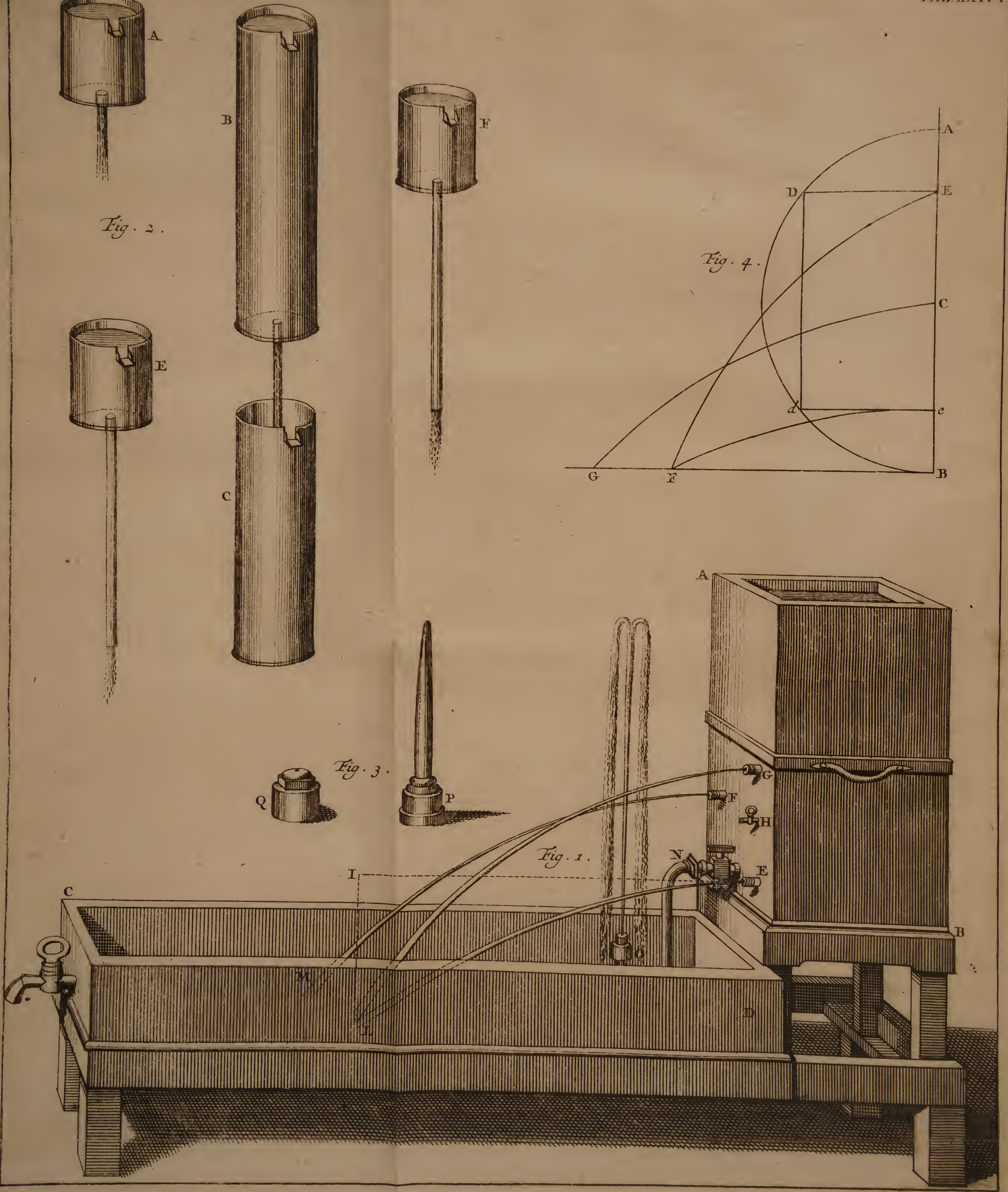
Vaſis A, E, & B, ſecundum proportiones memoratas, ex metallo tenui conſtructis; aqua impleantur A & E; eodem momento apertis foraminibus, celerius deſcendet aquæ ſuperficies in E quam in A: contra adhibitis vaſis E & B, celerius deſcendit in hoc quam in illo.

388. *Maneat apertura ſuperior tubi, qua cum vaſe tubus communicationem habet; augeatur apertura inferior; major aquæ quantitas effluet*, & magis accelerabitur aqua quæ tubum intrat; ſatisque poteſt augeri hæc apertura, non mutata tubi longitudine, ut ex illa major aquæ quantitas fluat quam ex vaſe B. In hoc caſu, per aperturam tubi ſuperiorem ad parvam infra aquæ ſuperficiem profunditatem, major fluit aquæ quantitas quam ex apertura æquali ad profunditatem quadruplam. Adhibito longiori tubo idem præſtari poterit, licet non augeatur tubi apertura inferior.

Experimentum 3.

TAB. XXIV. fig. 2. Sit vas F, a vaſe E in eo ſolo differens, quod apertura tubi inferior in illo major ſit; ſit etiam vas antea memoratum B. Diametri foraminis in hujus fundo, & aperturæ ſuperioris tubi cum vaſe F conjuncti, ſunt 4. lin.; apertura inferior hujus tubi eſt 5. lin. Aqua vaſa impleantur; & eodem momento fluere permittatur ex utroque; citius aquæ ſuperficies in vaſe F quam in B deſcendet. Altitudo vaſis B. eſt circiter ſedecim pollicum.

CA-


Fig. 2.
A
B
C
E
F
Fig. 4.
A
D
E
C
d
c
G
F
B
Fig. 3.
Q
P
Fig. 1.
A
B
C
D
E
F
G
H
I
L
M
N
O

CAPUT X.

De Curſu Fluminum.

Definitio 1.

Flumen *vocamus aquam, in canali ſuperius aperto, propria gravitate fluentem*, ut AE. 389. Tab. XXV. fig. 1.

Definitio 2.

Flumen in eodem ſtatu manere, *aut* in ſtatu manente, dicitur, *quando aqua uniformiter fluit, ita ut in eodem loco ſemper ſit ad eandem altitudinem.* 390.

Definitio 3.

Sectio Fluminis *vocatur planum Flumen ſecans perpendiculariter ad fundum*, ut *ponq*. 391.

Quando Flumen a lateribus terminatur, planis inter ſe parallelis, & ad horizontem normalibus, & fundus etiam eſt planum, ſive horizontale, ſive inclinatum, ſectio Fluminis cum tribus hiſce planis angulos rectos efficit, & eſt parallelogrammum.

In omni Flumine in ſtatu manente, eadem aquæ quantitas per ſingulas ſectiones eodem tempore fluit. Niſi enim in loco quocunque eadem aquæ quantitas adfluat, quæ ex eo defluit, in eodem ſtatu Flumen non manebit; & demonſtratio hæc locum habet, quæcunque fuerit alvei irregularitas, ex qua, alio reſpectu, multæ in Fluminis motu mutationes oriuntur; attritus ex. gr. major eſt pro majore alvei inæqualitate. 392.

Irregularitates in Fluminis motu in infinitum variari poſſunt, & regulæ circa illas tradi nequeunt; ſepoſitis ergo irregularitatibus omnibus Fluminum curſus examinandus eſt; niſi enim in hoc caſu motus leges notæ fuerint, de nullo judicium, vero fundamento nixum, ferri poterit.

Ponimus ergo aquam fluere per canalem regularem, ſine ſenſibili attritu; canalem terminari ad latera planis parallelis inter ſe & verticalibus; fundumque etiam planum eſſe & ad horizontem inclinari.

Sit canalis AE; ex receptaculo majori aqua in illum fluat;

fluat, maneatque in receptaculo ſemper ad eandem altitudinem, ut Flumen ſit in ſtatu manenti. Aqua juxta planum
*144. inclinatum deſcendit & acceleratur *; quo, propter æqua-
*392. lem aquæ qnantitatem per ſingulas ſectiones fluentem *,
393. *altitudo aquæ, recedendo a Fluminis initio, continuo minuitur*, & aquæ ſuperficies adipiſcetur figuram *i q s*.

Ad determinandam aquæ in variis locis velocitatem, concipiamus canalis aperturam ADCB plano claudi; ſi perforetur planum, eo celerius ex foramine proſiliet aqua, quo magis hoc diſtabit a ſuperficie aquæ *h i*; eandemque habebit aqua celeritatem, quam corpus, cadendo a ſuperficie aquæ ad profun-
*357. ditatem foraminis infra illam, acquirit *; quod ex preſſione aquæ ſuperincumbentis oritur. Datur eadem preſſio, id eſt, eadem vis motrix, quando impedimentum in AC tollitur; canalem tunc intrat unaque particula aquæ, cum celeritate quam corpus acquirit, cadendo ab aquæ ſuperficie ad particulæ profunditatem. Particula hæc, juxta planum inclinatum, in canale movetur, & hujus motus acceleratur; & quidem eodem modo ac ſi verticaliter cadendo motum continuaſſet ad eandem profunditatem infra ſuperficiem
*150. aquæ in origine Fluminis *. Sic ſi ducatur horizontalis linea *i t*, particula in *r* habebit celeritatem quam corpus cadendo per *i*C & devolvendo per C*r* poteſt acquirere; quæ eſt celeritas, caſu per *t r*, a corpore acquiſita. Ubique ergo menſuratur particulæ celeritas, ducendo ab hac perpendicularem ad planum horizontale, quod per ſuperficiem aquæ in origine Fluminis concipitur, & velocitas, quam corpus per hanc perpendicularem cadendo acquirit, erit particulæ celeritas; quæ major eſt pro majori perpendicularis longitudine. In puncto quocunque *r* ad Fluminis fundum ducatur perpendicularis *r s*, Fluminis altitudinem menſurans; cum ad horizontem inclinetur *r s*, ſi a variis hujus lineæ punctis ad *i t* perpendiculares ducantur, eo hæ breviores erunt, quo magis ab *r* diſtabunt, omniumque breviſſima erit *s v*; ideoque particularum, in linea *r s*, celeritates eo minores ſunt, quo magis hæ
394. ad ſuperficiem Fluminis accedunt, & *aqua inferior celerius ſuperiori movetur*.

Ha-

Harum tamen aquarum in progreſſu fluminis ad æqualitatem continuo magis accedunt celeritates. Nam celeritatum harum quadrata ſunt ut *r t* ad *s v*, quarum linearum differentia, recedendo a fluminis origine, continuo minuitur, propter imminutam altitudinem *r s* *, dum lineæ ipſæ augentur. Quod cum in quadratis obtineat, multo magis in ipſis celeritatibus locum habet, quarum differentia ergo etiam minuitur, dum ipſæ creſcunt. 395.

* 393.

Si fundi inclinatio in principio fluminis mutetur ut ſit *y*Z, & *major aquæ quantitas in canalem fluat, altior erit ubique in flumine, ſed non mutatur celeritas aquæ in loco quocunque.* Hæc enim celeritas non ab altitudine aquæ in flumine pendet, ſed, ut demonſtratum, a diſtantia inter particulam motam & planum horizontale per aquæ ſuperficiem in origine fluminis tranſiens; quæ diſtantia perpendiculari ut *r t* aut *s v* menſuratur; hæ autem adfluxu aquæ non variantur, ſi modo maneat aquæ ſuperficies in receptaculo. 396.

Claudatur canalis pars ſuperior obſtaculo ut X, *quod quantumvis parum infra aquæ ſuperficiem deſcendat*; aqua omnis quæ adfluit perfluere non poterit, adſcendet idcirco; ſed eo celeritas aquæ infra cataractam non augetur *, continuoque accumulatur aqua adfluens; quæ ergo ita adſcendit ut ſupra impedimentum aut ripas fluminis defluat. *Si* vero *ripæ eleventur & impedimentum continuetur, ſupra lineam i t aquæ altitudo excreſcet*, antea enim hujus celeritas augeri nequit: in quo caſu totius aquæ in receptaculo altitudo augebitur; cum enim ponamus flumen in ſtatu manenti neceſſe eſt ut aliunde continuo in receptaculum tantum aquæ adfluat, quantum ex illo in flumen defluit; imminuta vero aquæ defluentis quantitate, neceſſario altitudo in receptaculo augetur, donec celeritas aquæ infra obſtaculum fluentis ita augeatur, ut eadem aquæ quantitas infra hocce obſtaculum tranſeat quæ ante poſitam cataractam per hanc fluminis ſectionem fluxit. 397.

* 396.

Hæc omnia, ut jam monuimus, ſepoſitis irregularitatibus omnibus, vera ſunt, & quo irregularitates ſunt minores, eo magis cum dictis motus veri congruunt; de quibus

ut judicium feratur, neceſſe eſt ut Experimentis velocitates aquarum poſſimus comparare, & ipſas velocitates ita determinare, ut ſpatia in certo tempore percurſa detegantur.

398. TAB. XXV. fig. 2. Sit circuli quadrans ACB in gradus diviſus; in centro ei annectitur filum, cujus extremitas altera cum globo P, aqua graviori, cohæret.

399. Aqua fluenti globus immergitur, ſervato latere CA quadrantis in ſitu verticali; globus ex motu aquæ ita ſuſtinetur, ut filum PC cum latere CA angulum PCA conſtituat, cujus ope aquæ in globum impingentis celeritas detegitur.

Globus in aqua quieſcens tribus potentiis trahitur; gravitate ſua verticaliter deſcendere conatur; ex liquidi actione juxta motus aquæ directionem fertur; & tandem filo per PC trahitur. Formetur triangulum EFG, in quo EF lineam verticalem deſignat, cum hac conſtituat linea FG angulum EFG, æqualem angulo a directione motus fluminis cum linea verticali formato, tandem ſit angulus GEF æqualis angulo PCA. Trianguli EFG latera parallela ſunt directionibus trium memoratarum potentiarum, potentiæ
* 196. ipſæ idcirco ſunt ut hæc latera *; ſi ergo EF globi gravitatem reſpectivam deſignat, FG exprimet actionem aquæ in globum. Si pro variis Experimentis, eodem adhibito globo, variis in locis inſtitutis, talia triangula delineantur, latere EF manente, (gravitatem globi reſpectivam, quæ non mutatur, deſignante) latera ut FG inter ſe proportionem actionum aquæ in globum ſervabunt. Hæ autem ſunt ut quadrata velocitatum aquarum in locis in quibus Expe-
* 324. rimenta inſtituta ſunt *; non enim intereſt quantum ad actionem aquæ in globum, an hic moveatur, & hæc quieſcat, an contra aqua, quieſcente globo, moveatur.

Actio aquæ in globum cum pondere conferri poteſt, eſt enim ad globi gravitatem reſpectivam ut FG ad EF.

400. Hæc autem actio æquat reſiſtentiam, quam patitur corpus quando per aquam quieſcentem movetur, eadem celeritate, cum qua nunc aqua fluens in globum quieſcentem im-

impingit. Ex noto pondere, reſiſtentiam valente, quodnam ſpatium, celeritate cum qua corpus movetur, in dato tempore percurri poſſit, detegitur *; dabitur ergo & hic * 336.
ſpatium, quod ab aqua in tempore noto poteſt percurri, & ſic etiam aquæ quantitas quæ per locum magnitudine datum, in fluminis ſectione, in dato tempore, fluit.

Notandum hanc velocitatis aquæ determinationem non bene procedere verſus aquæ ſuperficiem, quia actio aquæ * 328.
in globum ibi irregularis eſt *. Poteſt hæc celeritas dete- 401.
gi immergendo aqua corpus, aqua paululum levius, quod verſus ſuperficiem hæreat, & non ſatis hanc excedat ut motu venti affici poſſit; cum gravitates ſpecificæ aquæ & corporis vix differant, & hoc pro toto immerſo haberi poſſit, eadem celeritate cum aqua movebitur, & menſurari tempus, ope penduli, poterit, dum corpus ſpatium ante menſuratum percurrit. Quando vento aquæ ſuperficies agitatur, non bene Experimentum procedet, propter motum undarum, quo in corporis motu irregularitas datur.

CAPUT XI.

De Motu Undarum.

AQuæ quieſcentis ſuperficies plana eſt & ad horizontem 402.
parallela *; ſi aliqua ex cauſa hæc cava fiat in A, cir- TAB. XXV. fig. 3.
cumdatur hæc cavitas elevatione BB; elevata hæc aqua gravi- * 272.
tate deſcendit, & celeritate deſcendendo acquiſita cavitatem novam format, quo motu aqua ad latera hujus cavitatis adſcendit, & implet cavitatem A, dum nova elevatio verſus C formatur; hæc dum deprimitur de novo aqua verſus eandem partem adſcendit; unde motus in aquæ ſuperficie oritur, & cavitas, præ ſe elevationem ferens, ab A verſus C movetur.

Definitio I.

Cavitas hæc cum conjuncta elevatione vocatur unda. 403.

DEFINITIO 2.

404. Latitudo undæ *eſt ſpatium ab unda in ſuperficie aquæ occupatum & menſuratum juxta motus undæ directionem.*

Cavitas ut A ab omni parte elevatione circumdatur, & motus memoratus verſus omnes partes ſeſe expandit; *un-*
405. *dæ* ideo *per circulum moventur.*

Detur obſtaculum AB, in quod unda, cujus origo eſt
TAB. XXV. fig. 4. in C, incurrat; examinandum quam in puncto quocunque ut E mutationem patiatur unda, quando in hoc puncto ad obſtaculum pervenit. In omnibus locis, per quæ unda tranſit, dum hæc latitudinem ſuam percurrit, aqua elevatur, cavitas deinde formatur, quæ iterum impletur; quam mutationem dum ſuperficies aquæ ſubit, hujus particulæ per parvum ſpatium eunt & redeunt. Directio hujus motus eſt per CE, celeritaſque per hanc lineam repræſentari poteſt; concipiatur hicce motus in duos alios reſolutus per GE & DE, quorum celeritates per haſce
* 192. lineas reſpective repræſentantur *. Motu per DE particulæ in obſtaculum non agunt, & eadem celeritate, poſt impactum, juxta hanc directionem motum continuant; motuſque hic repræſentatur per EF, poſitis EF & ED inter ſe æqualibus. Motu per GE particulæ directe in obſtacu-
* 168. lum impingunt, & motus hic deſtruitur *; nam licet particulæ hæ ſint elaſticæ, cum in motu undarum ſpatium parvum itu & reditu percurrant, adeo lente moventur, ut ex ictu particulæ figura mutari non poſſit, & legibus corporum perfecte durorum ſubjiciantur. Sed ex alia cauſa particularum reflexio datur; aqua, quæ ultra obſtaculum progredi nequit, & ab inſequenti propellitur, cedit verſus partem in qua minima reſiſtentia datur, id eſt, adſcendit; hæcque major quam in cæteris locis elevatio ex motu per GE oritur; quia hoc motu ſolo ad obſtaculum particulæ accedunt. Deſcenſu aqua eam acquirit velocitatem cum qua fuit elevata, & eadem cum vi particulæ aqueæ ab obſtaculo juxta directionem EG repelluntur cum qua ad obſtaculum acceſſere. Ex hoc motu & motu memorato per EF oritur motus per EH, cujus celeritas per lineam EH, æqualem li-

lineæ CE, deſignatur, & reflexione celeritas undæ non mutatur, reditque hæc per EH, eodem modo ac ſublato obſtaculo per E*h* motum continuaſſet. Si a C perpendicularis CD ducatur ad obſtaculum, & hæc producatur, fiatque D*c* æqualis CD, linea HE continuata tranſibit per *c*; & cum hæc demonſtratio in omnibus punctis obſtaculi procedat, ſequitur *undam reflexam eandem habere figuram ab hac par-* 406.
te obſtaculi, quam ultra lineam AB *habuiſſet, ſi in obſtaculum non incurriſſet. Si obſtaculum ad horizontem incli-* 407.
netur, aqua ſuper illo adſcendit & deſcendit, & attritum patitur, quo *undæ reflexio turbatur, & ſæpiſſime in totum deſtruitur.* Hæc eſt ratio quare plerumque fluminum ripæ undas non reflectant.

Quando in obſtaculo ut BL *foramen datur* ut I, pars undæ, 408.
quæ per hoc tranſit, motum directe continuat, & verſus QQ ſeſe expandit, *novaque unda formatur, quæ per ſemicirculum movetur, cujus centrum eſt ipſum foramen.* Nam pars undæ elevata, quæ primo transgreditur foramen, ſtatim paululum ad latera defluit, & deinde deſcendendo cavitatem format, quæ ab omni parte ultra foramen elevatione circumdatur, quæ verſus omnes partes, eodem modo, ac de geneſi primæ undæ dictum *, movetur. * 402.

Eodem plane modo unda, cui opponitur obſtaculum ut 409.
AO, inter O & N motum continuat; ſed verſus R, per portionem circuli, cujus centrum non multum ab O diſtat, ſeſe expandit.

Ex hiſce facile deducitur motus undæ pone obſtaculum 410.
ut MN.

Undæ ſæpe producuntur ex motu corporis tremuli, quæ 411.
etiam per circulum ſeſe expandunt, licet per lineam rectam corpus eat & redeat; aqua enim agitatione elevata deſcendendo cavitatem format, quæ ab omni parte elevatione circumdatur.

Undæ variæ ſeſe mutuo non perturbant, dum juxta va- 412.
rias directiones moventur. Cujus effectus ratio eſt, quod quamcunque ex motu undæ figuram adepta fuerit aquæ ſu-

perficies, in hac elevatio & depreſſio dari poſſunt, ut & motus qualis in undæ motu requiritur.

Qui unquam undarum motum attente conſideravit, hæc omnia cum Experimentis congruere vidit.

Celeritas undarum ut determinetur, motus alius cum harum motu analogus examinandus eſt. Detur liquidum *in*
413. TAB. XXV. fig. 5. *tubo cylindrico curvo* E H, ſuperetque altitudo liquidi in crure E F altitudinem in alio crure quantitate *l* E, quæ differentia in duas partes æquales ſecanda eſt in *i*. Gravitate ſua deſcendit liquidum in crure E H, dum æqualiter in tubo E H adſcendit; & ita quando ſuperficies liquidi pervenit ad *i*, ad eandem in utroque crure datur altitudinem, & in hoc ſitu ſolo liquidum poteſt quieſcere: ſed celeritate deſcendendo acquiſita motum continuat, magisque adſcendit in tubo G H, & in E F deprimitur ad *l* uſque, niſi quatenus ab attritu tubi motus minuitur. Liquidum in tubo G H magis elevatum etiam gravitate deſcendit, & ſic liquidum in tubo it & redit, donec ex attritu totum motum amiſerit.

Quantitas materiæ movendæ eſt totum liquidum in tubo; vis motrix eſt pondus columnæ *l* E, cujus altitudo ſemper eſt duplum diſtantiæ E *i*, quæ ergo diſtantia cum hac vi motrice in eadem ratione creſcit & minuitur. Diſtantia autem E *i* eſt ſpatium a liquido percurrendum, ut a ſitu E H perveniat ad ſitum quietis; quod ergo ſpatium ſemper eſt ut vis quæ continuo in liquidum agit: ſed ex hac ratione demonſtravimus penduli in cycloide oſcillantis vibrationes omnes eſſe
* 156. æque diuturnas *; ideo & hic *quæcunque fuerit agitationum inæqualitas, æquali ſemper tempore liquidum it aut redit.*

414. *Tempus in quo liquidum ſic agitatum adſcendit aut deſcendit, eſt tempus in quo vibratur pendulum, cujus longitudo,* id eſt, diſtantia inter centra oſcillationis & ſuſpenſionis, *æqualis eſt ſemi-longitudini liquidi in tubo*, ſive ſemi-ſummæ linearum E E, FG, & GH: longitudo hæc in axe tubi menſuranda eſt.

TAB. XXV. fig. 6. Vibretur hocce pendulum in cycloide methodo ſuperius (pag. 45. & 46.) explicata. Pendulum P C & arcus A D ejuſ-

ejuſdem ſunt longitudinis; arcus enim C A æqualis eſt arcui AD, & cum illo penduli filum congruit, quando corpus cum filo connexum eſt in A; in hoc puncto directio curvæ ad horizontem perpendicularis eſt, & corpus toto ſuo pondere juxta curvam deſcendere conatur: hoc autem pondus eſt ad vim in corpus agens, poſito hoc in P, ut AD, aut PC ad PD*. Sit nunc liquidum in eo ſitu, ut *l* E (fig. 5.) æqualis ſit PD; pondus totius materiæ movendæ, id eſt, totius liquidi, eſt ad pondus *l* E, quod eſt vis in hoc ſitu in liquidum agens, ut longitudo liquidi in tubo ad lineam *l* E, in qua ratione etiam ſunt harum quantitatum ſemiſſes, id eſt, PC ad PD (fig. 6.). In pendulo ergo pondus materiæ movendæ eſt ad vim in hanc agens in P, ut in tubo pondus materiæ movendæ ad vim in hanc agens in ſitu EH. Æqualibus viribus ideo corpus pendulum & liquidum in hac occaſione propelluntur, & illud ubique obtinet ubi ſpatia, a liquido in agitatione & a corpore in vibratione percurſa, ſunt æqualia; idcirco in hoc caſu agitatio & vibratio eodem tempore peraguntur, & non modo in hoc caſu, ſed ſemper *. Cum vero vibrationes exiguæ in circulo a vibrationibus in cycloide non differant, etiam ad illas demonſtratio referri debet.

* 156.

* 413.

Experimentum.

Detur tubus vitreus cylindricus curvus ut EFGH; ſit crurum longitudo unius pedis, & cylindri diameter ſemipollicis; tubo mercurius infundatur, & conſtituto pendulo, cujus longitudo æquet dimidium, longitudinis cylindri mercurii in tubo, ſi mercurius in tubo agitetur, iiſdem temporibus adſcendit & deſcendit hic, in quibus pendulum oſcillando it & redit.

Ut ex dictis determinemus undarum celeritatem, variæ undæ æquales & ſeſe mutuo immediate inſequentes conſiderandæ ſunt ut AB, CD, EF, quæ ab A verſus F moventur. Unda AB percurrit latitudinem ſuam, quando cavitas A pervenit ad C; quod fieri non poteſt, niſi aqua in C ad altitudinem undarum culminum adſcendat, iterumque ad profunditatem C deſcendat; in quo motu aqua infra lineam

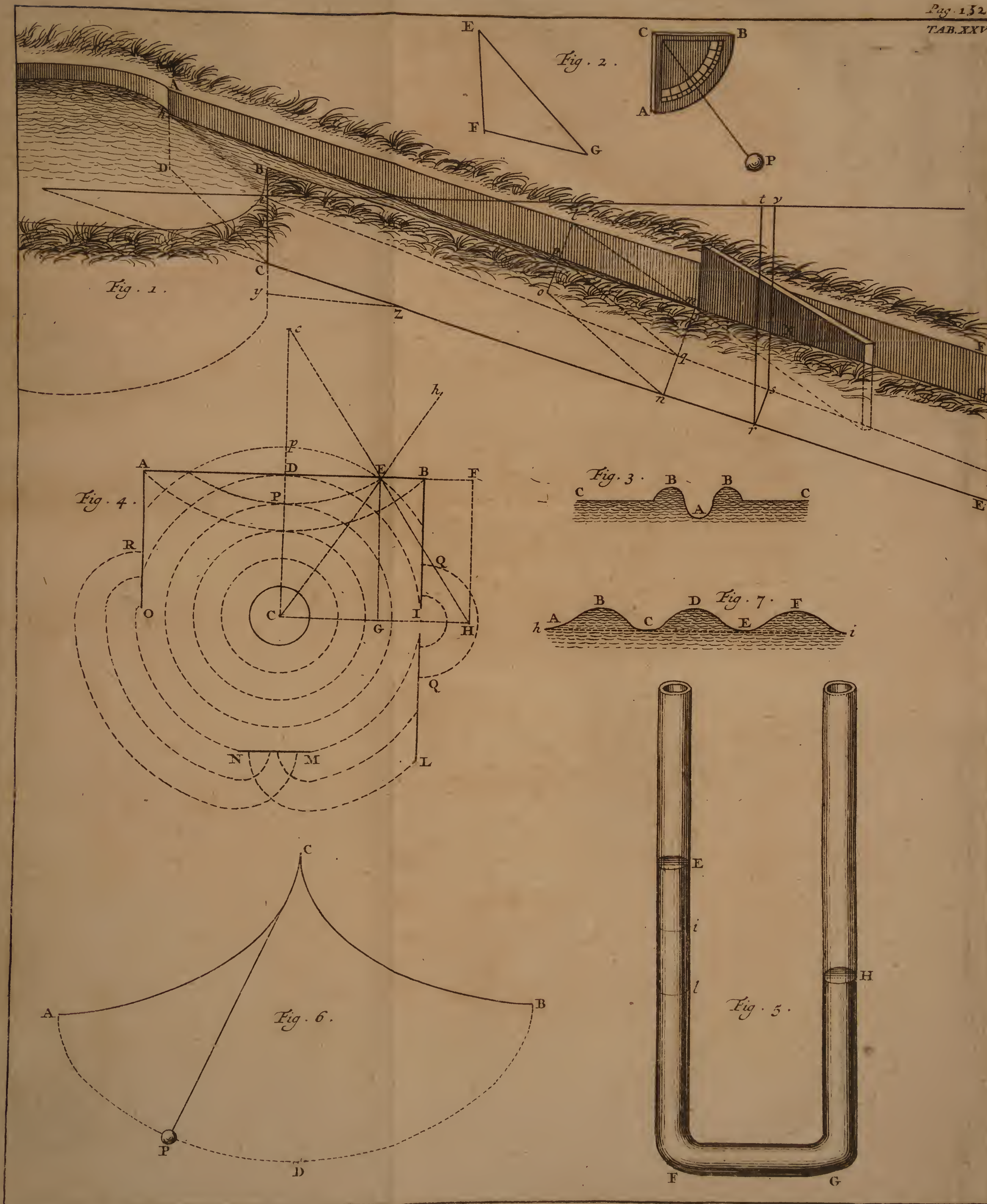
TAB. XXV. fig. 7.

neam *hi* ſenſibiliter non agitatur: congruit ergo hicce motus cum motu memorato in tubo, & aqua adſcendit & deſcendit, id eſt, unda latitudinem ſuam percurrit, dum pendulum longitudinis dimidii BC duas peragit oſcillatio-
* 414. nes *; aut dum pendulum longitudinis BCD, prioris qua-
* 158. druplæ, ſemel vibratur *.

Pendet igitur celeritas undæ à longitudine lineæ BCD, quæ pro majori undarum latitudine, & pro majori profunditate ad quam in motu undarum aqua deſcendit, major eſt.

In undis latioribus, quæ non alte elevantur, linea ut
415. BCD a latitudine undæ vix differt, & in eo caſu *unda latitudinem ſuam percurrit, dum pendulum huic latitudini æquale ſemel oſcillatur.* In omni motu æquabili ſpatium percurſum cum tempore & cum celeritate creſcit, quare multiplicando tempus per celeritatem datur ſpatium percurſum; unde ſequitur *celeritates undarum eſſe ut radices*
416. *quadratæ latitudinum*: nam cum in hac ratione ſint tem-
* 158. 415. pora quibus latitudines ſuas percurrunt *, eadem in harum celeritatibus ratio requiritur, ut producta temporum per celeritates ſint ut undarum latitudines, quæ ſunt ſpatia percurſa.

Hæc omnia tantum pro quam proxime veris habenda ſunt, quia undarum motus a motu in tubo paululum differt; qui error pro parte tamen compenſatur ex eo quod penduli longitudo menſuretur juxta lineas inclinatas BC & CD.


Fig. 1.
A h D B C y Z t y o q n r s F G E
Fig. 2.
E F G C B A P
Fig. 3.
C B B A C
Fig. 4.
c h p A D E B F P R Q O C G I H Q N M L
Fig. 5.
E i l H F G
Fig. 6.
C A B P D
Fig. 7.
A B C D E F h i

LIBRI II. Pars III.

De Aere Fluido Elaſtico.

CAPUT XII.

Aërem Fluidorum proprietates habere.

DE Aëre ſæpius locuti ſumus, cum in hoc vivamus & hoc ſemper circumdemur, in multis Experimentis, ut monuimus, ad illius effectum attendendum; nunc autem ipſius proprietates ſingulatim examinandæ veniunt.

417. Aër eſt corporeus, gravis, illius partes impreſſioni cuicunque cedunt, & facillime moventur inter ſe, premit pro altitudine ſua, & preſſio verſus omnes partes eſt æqualis; & *inter fluida referri debere patet.*

DEFINITIO I.

418. *Omnis aer, quo terra circumdatur, ſimul conſideratus vocatur* telluris Atmoſphæra, *aut ſimpliciter* Atmoſphæra.

DEFINITIO 2.

419. *Aeris altitudo ſupra terræ ſuperficiem vocatur* Atmoſphæræ altitudo.

420. *Aerem eſſe corporeum* ex eo ſequitur, quod ex loco a ſe occupato cetera corpora excludat *. (* 14.)

421. *Illum impreſſioni cuicunque cedere, & partes facile moveri*, a nemine in dubium vocari poteſt.

422. *Gravem eſſe* probatur, quia in ceterorum fluidorum ſuperficies premit, illaque in tubis ſuſtinet.

EXPERIMENTUM I.

TAB. XXVI. fig. 1. Detur tubus vitreus AB, longitudinis circiter trium pedum, & cujus cavitatis diameter ſit quartæ partis unius pollicis; ſi extremitas A obturetur, & tubus mercurio repleatur, alteraque extremitas vaſe V mercurium continenti

V im-

immergatur, mercurius ſuſtinebitur ad altitudinem circiter viginti novem pollicum. Oritur hoc ex aeris preſſione in ſuperficiem mercurii in vaſe, quæ ubique æqualiter premi non poteſt, niſi in tubo, cui aer nullus ineſt, mercurii columna detur, quæ æqualiter cum aere exteriori premat *.

* 274.

Experimentum 2.

TAB. XXVI. fig. 1. Ne mutetur hæc preſſio quando tubus inclinatur, requiritur ut eandem mercurius ſervet altitudinem verticalem *; ideo ſi dentur duo vaſa, hydrargyrum continentia, in quibus tubi, ut dictum, immerguntur, quorum ED ad horizontem inclinatur, ſuſtinetur mercurius ad altitudines *hf*, & *ig*, ita ut *f* & *g* ſint in eadem linea horizontali, poſitis ſuperficiebus mercurii in vaſis in eodem plano.

* 277.

Experimentum 3.

TAB. XXVI. fig. 2. Hæc eadem aeris preſſio ſuſtinet aquam in vitro V quod aqua immergitur & hac repletur, deinde extrahitur orificio manente immerſo.

423. Eodem modo aqua ſuſtineretur, licet vitri altitudo triginta & duos pedes æquaret. Hydrargyrum enim gravitate ſua ſpecifica decies & quater ſuperat aquæ gravitatem ſpecificam, & columna aquea triginta & duos pedes excedens, æqualiter cum mercurii columna viginti novem pollicum premit, quæ preſſio Atmoſphæræ preſſioni æquipollet.

424. *Preſſionem aeris ab hujus altitudine pendere*, ex dictis facillime deduci poteſt; ſed immediate probatur, transferendo tubum cum mercurio ſtatim memoratum in locum elevatum, nam octava parte unius pollicis deſcendit mercurius pro altitudine centum pedum ad quam Machina elevatur.

425. *Aerem verſus omnes partes æqualiter premere* ex eo patet, quod a corporibus mollibus hujus preſſio ſine figuræ mutatione, & a fragilibus ſine diſruptione ſuſtineatur, licet hæc valeat preſſionem mercurii ad altitudinem viginti novem pollicum, aut aquæ ad altitudinem triginta duorum pedum *; nil præter preſſionem æqualem ab omni parte memorata corpora intacta ſervare poſſe quis non videt; hanc autem preſſio-

* 423.

nem

nem illud præſtare conſtat *. Sublato aere ab una parte, preſſio in partem oppoſitam ſenſibilis eſt. * 291.

EXPERIMENTUM 4.

Suſpendatur lanci uni bilancis A B tubus vitreus, clauſus in D, longitudinis circiter trium pedum; impleatur hic mercurio, & extremitas E mercurio, vaſe V contento, immergatur. Hydrargyrum ex aeris preſſione ſuſtinetur ad altitudinem *f*, & pars ſuperior tubi *f*D aere vacua relinquitur; ut æquilibrium detur lanci oppoſitæ imponitur pondus æquale ponderi tubi & mercurii in hoc contenti. Mercurius in tubo libram gravare nequit; illius enim actio in latera tubi, horizontalis eſt; ſed aer agit in ſuperiorem partem tubi, & columna quæ a tubo ſuſtinetur æquiponderat cum columna mercurii in tubo contenta: ſi ſublato mercurio aer intromittatur, ſolus tubus libram gravat; quod probat actionem aeris in ſuperficiem inferiorem partis ſuperioris tubi deſtruere actionem in ſuperficiem exteriorem ejuſdem partis tubi, aeremque ſurſum & deorſum æqualiter premere. TAB. XXVI. fig. 5.

Hoc etiam Experimento, quæ de aeris gravitate dicta ſunt, confirmantur.

CAPUT XIII.

De Aeris Elaſticitate.

CEterorum liquidorum proprietates aerem habere vidimus; præter has peculiarem habet, poteſtque locum majorem aut minorem occupare, prout vi diverſa comprimitur; & ſtatim ac vis hæc minuitur, ſeſe expandit. Propter analogiam hujus effectus cum corporum elaſticitate, 426.
hæc aeris proprietas hujus *elaſticitas* dicitur.

Aerem poſſe comprimi Experimento jam memorato conſtat *. 427. * 14.

Illum poſſe dilatari ſequenti probatur. 428.

EXPERIMENTUM I.

Detur tubus A B clauſus in A, infundatur mercurius, ita ut TAB. XXVI. fig. 4.

ut in tubo aer relinquatur, qui in ſtatu aeris exterioris occupet ſpatium A *l*; ſi tubi extremitas B mercurio immergatur, deſcendet mercurius ad *g*, ibique hærebit. Altitudo *ig* multum differt ab altitudine mercurii in Experimento 1. capitis præcedentis, quod ex pondere aeris in tubo non oritur; nimium exiguum eſt hocce pondus, ut ſenſibilem differentiam in altitudine mercurii producat: aeris expanſio hujus effectus cauſa eſt.

429. Ex hoc Experimento hanc deducimus regulam, *aerem ſeſe ita dilatare, ut ſpatium ab hoc occupatum ſit ſemper inverſe ut vis qua comprimitur.*

Vis, qua aër comprimitur in ſtatu aëris exterioris, eſt pondus totius Atmoſphæræ, quod æquale eſt ponderi columnæ mercurii altitudinis *hf* (Fig. 1.); vis ergo hæc comprimens hac altitudine poteſt exprimi; ſpatium occupatum ab aere in tubo quando tali vi comprimitur eſt A *l*.

At in ultimo Experimento preſſio Atmoſphæræ duos exerit effectus, ſuſtinet columnam mercurii *ig*, & aerem in tubo reducit in ſpatio *g* A; ſi vis, qua mercurius ad altitudinem *g i* ſuſtinetur, ſubtrahatur a preſſione totius Atmoſphæræ, id eſt, ſi altitudo *g i* ab altitudine *hf* auferatur, ſupereſt vis qua aer in ſuperiori parte tubi comprimitur. Hæc autem differentia altitudinum mercurii *hf* & *g i* eſt ſemper ad *hf*, ut A *l* ad A *g*; id eſt, vires ſunt inverſe ut ſpatia.

Hæc eadem regula in aere compreſſo obtinet.

EXPERIMENTUM 2.

TAB. XXVI. fig. 5. Detur tubus curvus A B C D, apertus in A, clauſus in D, pars BC mercurio impleatur ita ut pars C D aerem contineat in eodem ſtatu cum aere exteriori; vis ergo comprimens eſt columna mercurii, cujus altitudo eſt *hf*, (Fig. 1.) & per hanc altitudinem hæc vis ut in præcedenti Experimento deſignatur; ſpatium autem ab aere occupatum eſt C D. Tubo A B mercurius infundatur ut ad *g* pertingat, aer reducetur in ſpatio *e* D: vis comprimens nunc valet columnam mercurii altitudinis *fg*, ut & preſſionem aeris exterioris in ſuperficiem *g* mercurii; vis hæc deſignatur per ſummam altitudinum *fg* in hac figura & *h f* in fig. 1.

Hæc

Hæc ſumma eſt ſemper ad *hf* (fig. 1.) ut CD ad *c*D; iterumque vires ſunt inverſe ut ſpatia.

Aeris elaſticitas eſt ut hujus denſitas; hæc enim eſt inverſe ut ſpatium ab aere occupatum *, & ideo ut vis aerem comprimens *; quæ æqualis eſt illi qua aer conatur ſeſe expandere, hæc autem eſt hujus elaſticitas. 430. * 289. * 429.

Ex hiſce ſequitur, aerem in quo vivimus, ad illam quam in terræ viciniis habet denſitatem reduci ex preſſione aeris ſuperincumbentis, illumque magis aut minus comprimi pro majore aut minore Atmoſphæræ pondere; ex qua etiam ratione in apice montis minus denſus eſt aer quam in valle, a minori enim pondere comprimitur.

Quo uſque hæc expandendi proprietas ſeſe extendat non conſtat, & nullis poſſe determinari Experimentis admodum probabile eſt. Experimento nihilominus ſequenti, ſi cum Experimento aeris in antlia compreſſi conferatur *, patebit aerem ſpatium vicibus viginti millibus majus in uno caſu occcupare quam in alio. * 14.

Experimentum 3.

TAB. XXVI. fig. 6.

Vas vitreum AB, altitudinis circiter quatuordecim pollicum, exactiſſime aqua repletur; in extremitate B ei cylindrus æneus annectitur, ut, ope cochleæ, cum antlia conjungi poſſit, quæ videtur in fig. 6. Tab. XXIX. Extrahendo antliæ embolo, gravitate aqua in illam deſcendit; locuſque, in ſuperiori vaſis parte, aere & aqua vacuus datur. Bullæ aereæ quæ in aqua continentur nunc minus compreſſæ, quia aer in ſuperficiem aquæ non agit, ſeſe expandunt & ad ſuperficiem aquæ adſcendunt; in hoc motu bullæ accelerantur ita ut juxta ſuperficiem propter motum celerem non diſtincte videri poſſint; in adſcenſu etiam augentur, & comparando diametrum bullæ verſus B, cum hujus diametro ubi ad ſuperficiem aquæ accedit, ſed ſatis diſtat ut diſtincte videatur, ad minimum in hoc ſitu diameter quadrupla eſt.

Pars vitri ſuperior, ut dictum, omnino aere vacua eſt, nam exigua aeris, continuo ex aqua exeuntis, quantitas non conſideranda eſt; bullæ ergo aereæ circa B ad profunditatem circiter unius pedis infra aquæ ſuperficiem ab aqua

V 3 ſola

ſola ſuperincumbenti comprimuntur; quæ preſſio ad preſ-
* 423. ſionem Atmoſphæræ circiter eſt ut unum ad triginta duo *, in qua ratione etiam ſpatium ab aere occupatum quando a tota Atmoſphæra comprimitur, ad ſpatium ab illo occu-
* 429. patum in bullis memoratis *; harum diameter in adſcenſu, ut dictum, quadrupla fit, id eſt, ipſa bulla ſexageſies & quater major fit; & ſic ſpatium ab aere, in hoc ultimo caſu, occupatum ſe habet ad ſpatium ab aere, a pondere Atmoſphæræ compreſſo, occupatum, ut ſexageſies & quater triginta duo (id eſt 2048.) ad unum. Aer ab Atmoſphæra compreſſus, in antlia in ſpatio decuplo minori facile reducitur, & ita denſitas aeris memorati ad hujus aeris denſitatem eſt ut 1. ad 20480. Extrahendo radices cubicas ex hiſce numeris videmus diſtantias inter centra particularum eſſe inter ſe ut unum ad viginti ſeptem.

Ex hiſce deducimus, particulas aereas non eſſe ejuſdem naturæ cum ceteris corporibus elaſticis; nam non poſſunt particulæ ſingulæ vicies & ſepties verſus omnes partes ſeſe expandere, & ita vicies millies augeri, ſervata ſuperficie omni inæqualitate aut angulo experte; in omni enim expanſione aut compreſſione particulæ facile moventur inter ſe: cum etiam multo magis quam in hoc Experimento
431. aer dilatari poſſit, ſequitur *aerem conſtare ex particulis ſeſe mutuo non tangentibus & ſeſe mutuo repellentibus*. Talem particularum proprietatem in multis occaſionibus dete-
* 40. gi jam vidimus *; illamque & hic obtinere ſatis patet; cauſa vero hujus vis nos omnino latet, & pro lege naturæ ipſa habenda eſt, ut ex dictis inter n. 4. & 5. liquet.

432. *Vis, qua particulæ aereæ ſeſe mutuo fugiunt, creſcit in ratione in qua diſtantia inter centra particularum minuitur*, id eſt, vis illa eſt inverſe ut hæc diſtantia. Quod ut demonſtretur, conſiderentur duo cubi æquales A & B, inæquales aeris quantitates continentes; ſint diſtantiæ inter centra particularum ut duo ad unum; in eadem ratione ſed inverſa erunt numeri particularum in lineis *de* & *hi*: numeri particularum agentium in ſuperficies *dg* & *hm* ſunt ut unum ad quatuor, nempe ut quadrata numerorum particu-

cularum in lineis æqualibus; & ut horum numerorum cubi, ſcilicet ut unum ad octo, ſunt aeris quantitates in cubis contentæ; in qua etiam ratione ſunt vires comprimentes aerem in cubis *. Vires agentes in ſuperficies æquales *dg* & *hm* * 429.
ſunt ut vires quibus aer comprimitur *, ſunt etiam in * 126.
ratione compoſita numerorum particularum agentium & actionum ſingularum particularum; hæc ergo ratio compoſita eſt ratio unius ad octo: rationum componentium prima, ut dictum, eſt unius ad quatuor, quare neceſſario ſecunda eſt unius ad duo, quæ eſt ratio inverſa diſtantiæ inter particulas. Hæcque demonſtratio generalis eſt, nam unum & octo cubos quoſcunque, unum & quatuor quadra radicum cuborum, & tandem unum & duo ipſas radices in genere deſignant.

Hæc demonſtratio probat actionem, quam particulæ continuo ab omni parte patiuntur, augeri in ratione in qua diſtantia inter centra particularum minuitur, ſive hæc actio ad particulas tantum vicinas, ſive etiam ad magis diſtantes, referri debeat. In primo caſu vis ipſa repellens, qua ſingulæ particulæ gaudent, eſt ut actio memorata, id eſt, inverſe ut diſtantia inter particularum centra.

In ſecundo caſu vis repellens ad omnes diſtantias eſt æqualis; tunc enim pendet actio in ſingulas particulas ab harum numero in eadem linea, qui numerus eſt inverſe ut diſtantia inter particularum centra. Tunc etiam, poſita eadem aeris denſitate, ibi major erit elaſticitas, ubi major aeris quantitas, quod experimentis non congruit, primum idcirco caſum locum habere videmus.

Effectus elaſticitatis aeris ſimiles ſunt effectibus gravitatis, aerque incluſus elaſticitate eodem modo quam non 433.
incluſus pondere ſuo agit.

Aer, a totius Atmoſphæræ pondere gravatus, verſus omnes partes premit ex ipſa natura liquiditatis, & vim quam exerit ab elaſticitate nullo modo pendere liquet, quia hac poſita aut ſublata vis illa, quæ a pondere Atmoſphæræ oritur & huic æqualis eſt, minime mutari poteſt. Cum vero aer

ſit

ſit elaſticus, pondere Atmoſphæræ in tale ſpatium redigitur, ut elaſticitas, qua renititur in pondus comprimens,
* 126. hocce pondus æquet *. Elaſticitas autem creſcit & minui-
* 432. tur cum diminuta aut aucta diſtantia particularum *, & non intereſt an pondere Atmoſphæræ an quocunque alio modo aer in certo ſpatio retineatur, in utroque caſu eadem cum vi ſeſe expandere conatur, & verſus omnes partes premit. Idcirco ſi in terræ viciniis aer, ſervata hujus denſitate, includatur, incluſi preſſio valebit totius Atmoſphæræ pondus.

EXPERIMENTUM 4.

TAB. XXVII. fig. 5. Tubus, Experimenti 1. capitis præcedentis, mercurio immerſus, vitro DC includitur, ita ut aer, in ſuperficiem mercurii vaſe V contenti premens, nullam cum aere exteriori communicationem habeat; aeris elaſticitate ad eandem, ac in aere aperto, ſuſtinetur altitudinem mercurius in tubo.

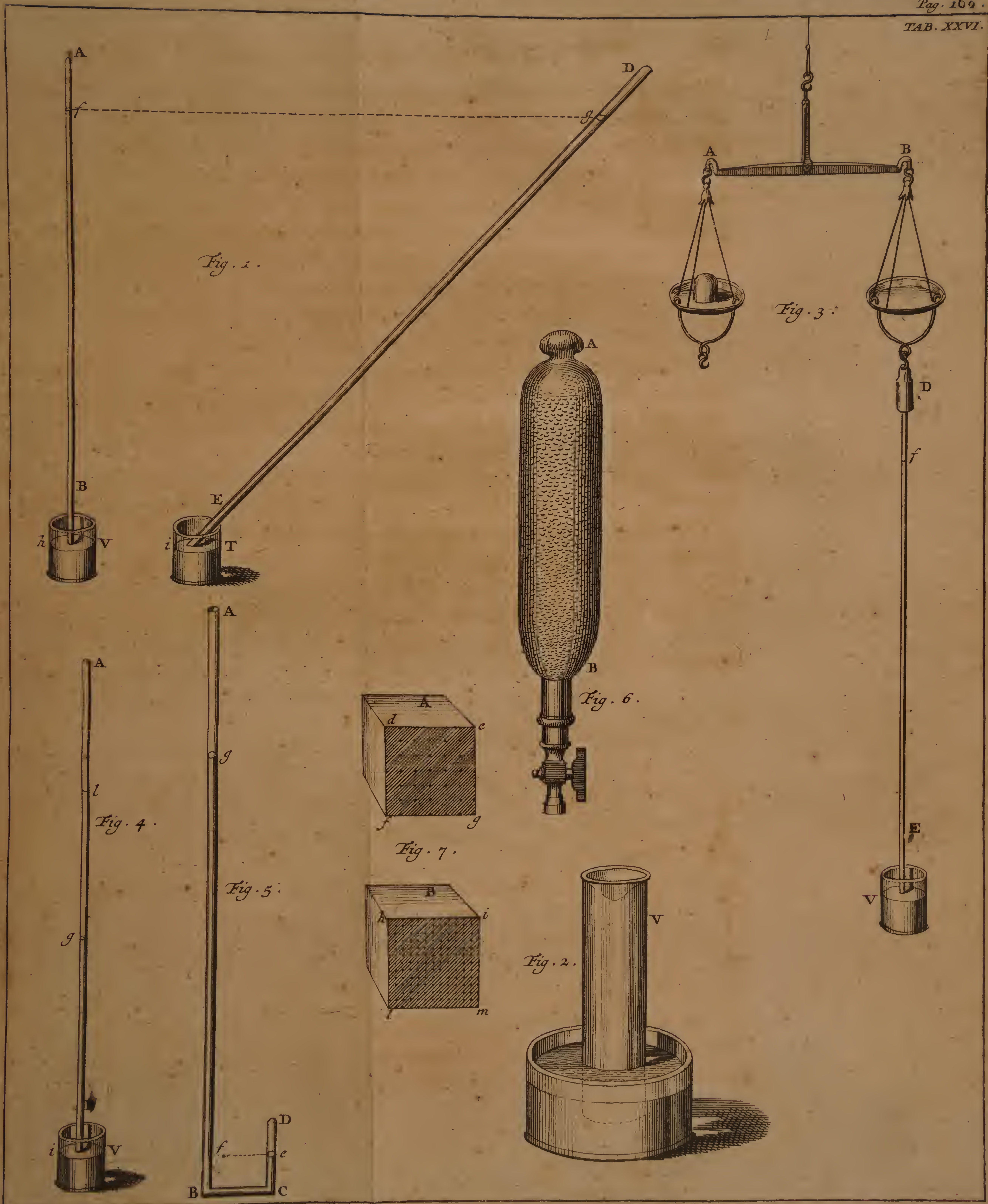
Manente eadem aeris conſtitutione, prædicta ſemper locum
434. habent; ſed non immutabilis eſt hæc conſtitutio; *augetur ſæpe aut minuitur vis repellens particularum, licet diſtantia inter harum centra non mutetur*; de hac mutatione in libro ſequenti agam; *calore creſcit elaſticitas, frigore minuitur.*

CAPUT XIV.

De Antlia Pneumatica.

435. AEris elaſticitas fundamentum eſt conſtructionis Machinæ, qua aer ex vaſe exhauritur. *Antlia Pneumatica* vocatur, quæ variis modis conſtruitur. In omnibus pars præcipua eſt cylindrus metallicus cavus, ab interiori parte politus; in hoc movetur embolus, exactiſſime cum cylindri ſuperficie interiori congruens; ne aeri tranſitus ad latera detur. Fundo cylindri embolus applicatur, deinde elevatur, quo ex cylindri cavitate aer omnis excluditur. Si cum vaſe quocunque, per tubum in fundo cylindri, cavitas hæc communicationem habeat, aer in vaſe ſeſe expan-

TAB. XXVI.


Fig. 1.
A
f
g
D
B
E
h
V
i
T
Fig. 3.
A
B
D
f
E
V
Fig. 6.
A
B
Fig. 4.
A
l
g
i
V
Fig. 5.
A
g
D
f
e
B
C
Fig. 7.
A
d
e
f
g
B
h
i
l
m
Fig. 2.
V

pandet, & pro parte cylindrum intrabit, ita ut in cylindro & vaſe eandem habeat denſitatem. Claudatur communicatio inter vas & cylindrum, aërque ex cylindro ejiciatur, & embolus fundo applicetur. Si ſecunda vice embolus elevetur, reſerata communicatione inter cylindrum & vas memoratum, iterum aëris denſitas in vaſe minuetur; & repetito emboli motu tandem aër in vaſe ad denſitatem minimam reducetur. Aër tamen omnis hac methodo nunquam exhauriri poteſt; ſingulis enim vicibus aër ſeſe ita expandit, ut eandem in cylindro denſitatem habeat ac in vaſe, in quo ideo ſemper aër quidam ſupereſt.

Antliæ omnes prædicta communia habent, in multis tamen differunt. 436.
1. Variis modis clauditur & reſeratur communicatio inter vas exhauriendum & cylindrum. 2. Variæ dantur methodi, quibus aër ex cylindro expellitur, quando embolus fundo admovetur. 3. Emboli in variis antliis differunt. 4. Situs cylindri non in omnibus eſt idem. 5. Tandem diverſæ adhibentur machinæ, quibus embolus agitatur.

Duo ſæpe junguntur cylindri, in quorum uno embolus elevatur, dum in alio deprimitur.

Antlia noſtra hic delineatur; a parte oppoſita videtur in 437
fig. 2. Tab. XXX. hujus deſcriptionem non dabo, genera- TAB. XXVII. fig. 1.
lia tantum quædam notabo, peculiarem omnium partium explicationem alia occaſione daturus. Conſtat antlia hæc ex duobus cylindris æneis C,C, diametri duorum pollicum, altitudinis circiter quinque pollicum.

In his moventur emboli, quorum unus deſcendit, dum adſcendit alter; qui motus hiſce communicatur agitatione rotæ R, ope manubrii MM, (Fig. 2.) quod axi *a* jungitur. Motus rotæ angularis eſt octavæ partis circuli, quo in rota minori producitur motus angularis centum & viginti graduum. Rota hæc minor cum tertia cohæret, cujus ope emboli immediate moventur; horum motus eſt trium pollicum cum ſemiſſe. Embolorum conſtructio ab ea, quæ in Anglia in uſu eſt, non multum differt; quibusdam nihilominus correctionibus noſtros perfectiores redditos credimus.

Orbi LL vaſa exhaurienda imponuntur; communicationem hæc habent cum cylindris, ope tubi, cujus extremitas datur in D, & qui inferiori parte orbi adferruminatur. Tubi hujus continuatio videtur in EE; in eo dantur epiſtomia duo

E, E; inter epiſtomia tubo jungitur tubus *l l*, quo communicatio cum cylindris C,C, datur.

Epiſtomiorum memoratorum uno, communicatio, exhauſto aëre, clauditur inter vas exhauſtum & cylindros; altero aër de novo vaſe intromittitur, & communicatio impeditur cum indice mercuriali.

438. Index hicce mercurialis in hac figura commode repræſentari non potuit; hujus uſus eſt determinatio quantitatis aëris ex vaſe exhauſti, ut & quantitatis in hoc ſuperſtitis; eo etiam vaſorum exhauriendorum capacitates menſurantur; quæ ut exacte notæ ſint in variis Experimentis deſideratur; in multis index noſter a vulgaribus differt.

In D ſæpe ope cochleæ orbi jungitur cylindrus parvus cochlea circumdatus, quo globus exhauriendus machinæ applicari poteſt.

In medio Orbis L L foramen datur, quod cochlea clauditur, aut quo machinæ variæ cum orbe junguntur.

439. Sæpe hac methodo orbi adaptatur pyxis cylindrica, orbibus coriaceis cera imbutis repleta, per quorum centra tranſmittitur filum æneum, quod ope manubrii agitari poteſt, quæ agitatio communicatur in loco aëre vacuo; cochlea circumdatur & pyxidem intrat hujus operculum, quo coria comprimuntur, ut exactius tranſitum aëris impediant.

440. Pyxis ſimilis ſæpe jungitur operculo, quod vaſis exhauriendis ſuperimponitur, ut videtur in fig. 3. Tab. XXVIII. & in fig. 2. Tab. XXXIII.

441. Quando vaſa orbi L L imponuntur, aut quando operculis vaſa obteguntur, aut quando cochleis machinæ junguntur, & in genere quando aëris ingreſſus cohibendus eſt, utimur cera, quæ admixtis oleo & aqua quantum quis deſiderat mollis redditur.

CAPUT XV.

Experimenta varia circa Aëris Gravitatem & hujus Elaſticitatem.

* 422. AErem gravem eſſe vidimus *; poteſt ut cetera corpora ponderari, & ſic hujus denſitas cum ceterorum corporum

* 288. denſitate poteſt conferri *. Si vas idem aërem continens, ut & exhauſto aëre, ponderetur, ponderum differentia erit aëris pon-

pondus; quæ methodus hoc incommodi habet, quod bilance, etiam exactiſſima, pondere magno gravata, ponderum differentiæ minores exacte non detegantur; ſequenti ideo methodo utendum.

EXPERIMENTUM I.

Exhauſto aëre ex globo vitreo, cujus capacitas eſt 283. 442. TAB. XXVIII. fig. 2.
pollicum cubicorum, & pondere tali huic adjuncto, ut gravitate ſpecifica aquæ gravitatem ſpecificam fere æquet, aqua vaſe DE contenta globus immergatur, & filo jungatur unco adhærenti lanci libræ AB, de qua ſuperius *. Eleve- * 271.
tur bilanx, donec pondere minimo æquilibrium detur, ſi aperto epiſtomio aër globum intret, in lance oppoſita ad æquilibrium inſtaurandum requiretur pondus P circiter centum granorum, aliquando majus, ſæpe minus, pro diverſa aëris conſtitutione, quæ hac in parte & per pondus Atmoſphæræ mutatum & per frigus & calorem variationem ſubit.

Corpora liquidis immerſa ab iis ſuſtinentur, magiſque aut minus pro volumine corporis majori aut minori *, & * 299.
pondus amiſſum ex nota liquidi denſitate determinatur *. * 297.
Præcedenti Experimento cognoſcitur ergo quantum corpora in aëre minus quam in vacuo gravitent.

Ex his etiam deducimus, *corpora in æquilibrio in aëre, ſi* 443.
horum volumina fuerint inæqualia, in loco aëre vacuo non æqueponderare, quod confirmatur ſequenti Experimento.

EXPERIMENTUM 2.

Lancibus bilancis *a b* imponuntur fruſtum ceræ *c* & pon- TAB. XXVIII. fig. 3.
dus metallicum *p*, & datur æquilibrium. Bilanx in recipiente vitreo ſuſpenditur, & aëre exhauſto præponderat cera, cujus volumen ſuperat volumen corporis *p*, & magis ab aëre ſuſtinetur, quando hoc in recipiente admittitur, quo æquilibrium inſtauratur.

Aëris elaſticitas, in capite XIII. probata, magis fit ſenſibilis Experimento ſequenti.

EXPERIMENTUM 3.

Veſica exacte clauſa parvam aëris quantitatem contineat, 444.
vitro tegatur, & exhauriatur aër, quo preſſio in veſicæ ſuperficiem exteriorem minuitur; eodem tempore aër veſicæ incluſus ſeſe expandet, & hæc inflabitur.

Elaſticitatis vim totius Atmoſphæræ ponderi æquari vidimus; effectus hujus vis ſub oculis ſequenti Experimento ponitur.

EXPERIMENTUM 4.

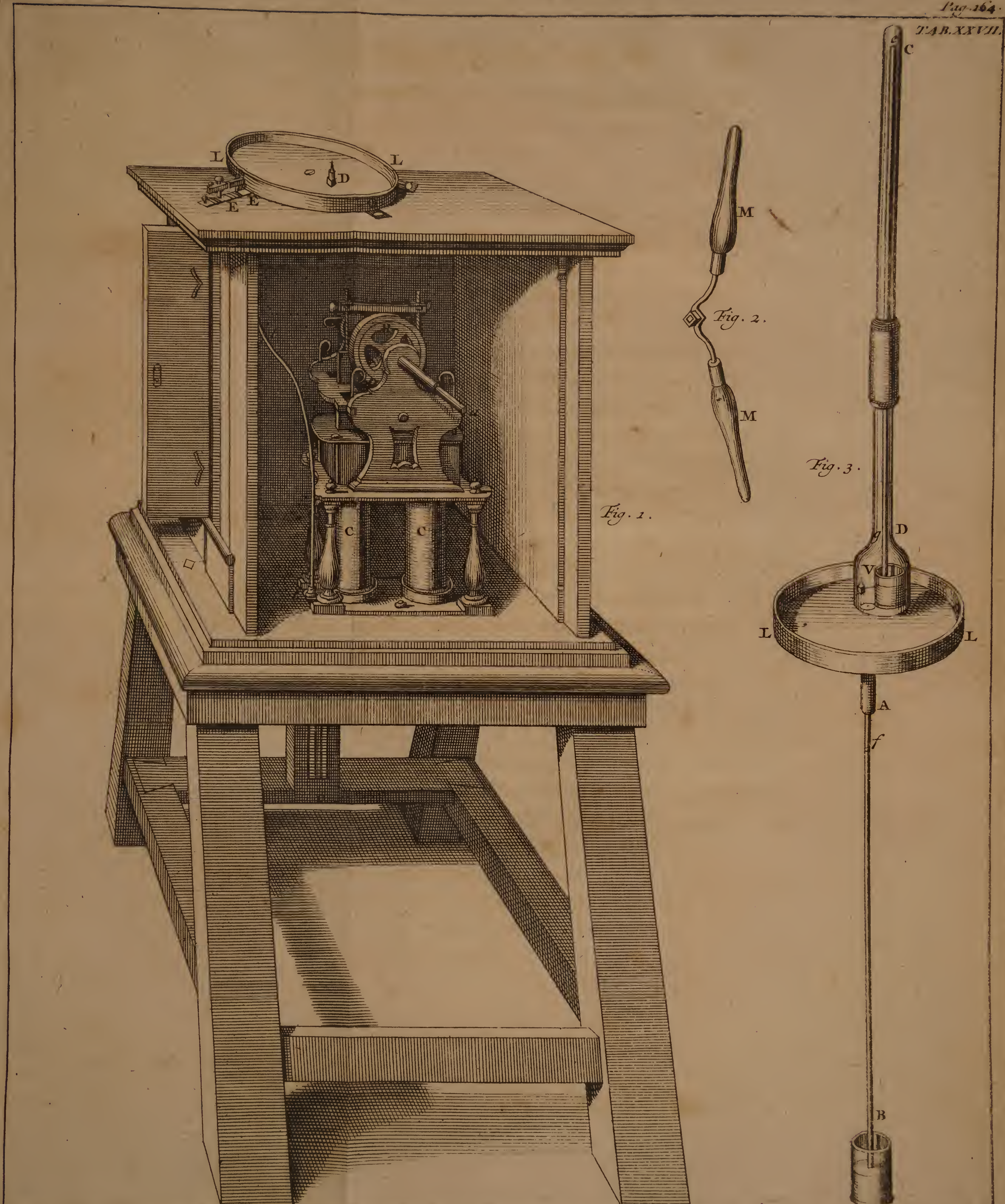
445. TAB. XXVIII. fig. 1. Veſica exacte clauſa & aëre non omnino repleta, pyxidi æneæ A, cujus diameter eſt trium pollicum cum ſemiſſe, includitur, ita ut operculum, quod ex ligno eſt & non exacte cum pyxidis cavitate congruit, a veſica ſuſtineatur; operculo pondera plumbea P, P imponuntur; habent hæc foramen in medio & trajiciuntur cylindro ligneo E, cum operculo cohærenti. Exhauſto aëre veſica, ut in præcedenti Experimento, inflatur, quo pondera elevantur. Plura pro vitri magnitudine adhibentur pondera, & licet horum ſumma ſexaginta aut ſeptuaginta libras ſuperent, facillime elevantur.

Aëris gravitas, hujus preſſio quæ ex gravitate oritur, ut & elaſticitas, effectus varios notabiles edunt; quoſdam ſeligam, & Experimentis confirmabo.

EXPERIMENTUM 5.

446. TAB. XXVII. fig. 3. Foramini in medio orbis L L antliæ pneumaticæ in inferiori parte, ope cochleæ, jungitur cylindrus æneus perforatus, cohærens cum tubo vitreo A B, ab utraque parte aperto, cujus extremitas B mercurio immergitur. In tubo *eg* clauſo in *e* & aëre vacuo mercurius ſuſtinetur, ut
* 422. antea dictum*. Vas V cum tubo orbi L L imponitur & vitro D C obtegitur, quo omnis communicatio tollitur inter aërem exteriorem & vas V, ut & cavitatem tubi A B. Aër in hoc tubo elaſticitate ſua impedit, ne aër, preſſione aëris exterioris, in tubum adſcendat; aër etiam recipienti D C in-
* 433. cluſus elaſticitate ſuſtinet mercurium in tubo *ge**. Ex vaſe D C aër exhauriatur; dum denſitas minuitur, elaſticitas
* 430. etiam decreſcit*, & minor eſt vis cum qua mercurius in tubo *ge* ſuſtinetur, deſcendit ergo hydrargyrum. Eodem tempore reſiſtentiam in tubo A B vincit preſſio aëris externi, & in tubum mercurius adſcendit. Diminutio elaſticitatis in tubo A B & in vaſe B C eadem eſt, & effectus diminutionis in utroque caſu idem: idcirco tantum in tubo *eg* deſcendit mercurius, quantum adſcendit in tubum A B,

quod


TAB. XXVII.
Fig. 1.
L
L
D
E
E
C
C
Fig. 2.
M
M
Fig. 3.
C
D
g
V
L
L
A
f
B

quod cum Experimento congruit. Elevatur hac methodo mercurius ad *f*, dum tubus *ge* fere omnino vacuus remanet; admiſſo iterum aëre, mercurius in tubum *ge* adſcendit, dum in tubo AB deprimitur.

EXPERIMENTUM 6.

Detur antlia A, cujus embolus fundo applicetur, tubus cum antlia cohærens aqua immergatur; elevetur embolus, inſequetur illum aqua; hæcque cavum inter antliæ fundum & embolum implebit, quod ex preſſione aëris exterioris oritur. 447. TAB. XXVIII. fig. 4.

Ex hac ratione in vacuo non adſcendit aqua.

EXPERIMENTUM 7.

Cum antlia A, quæ cum operculo, quo vitrum exhauriendum obtegitur, cohæret, conjungatur tubus vitreus *bc*, cujus extremitas *c* infra aquæ, vaſe V contentæ, ſuperficiem deſcendit; fundo antliæ embolus applicetur, & ex recipiente aër exhauriatur. Si embolus elevetur, non adſcendet aqua. 448. TAB. XXVIII. fig. 5.

EXPERIMENTUM 8.

Vis, qua aër in corpora premit, hæc ſæpe diſrumpit, quando preſſio ab omni parte non eſt æqualis. Cylindrus æneus A lamina vitrea plana obtegitur, ſi ex cylindro aër extrahatur, preſſione aëris externi confringitur lamina vitrea & in fruſta exigua quaſi in pulverem redigitur. 449. TAB. XXVIII. fig. 6.

EXPERIMENTUM 9.

Detur antlia A diametri unius pollicis; applicetur embolus fundo antliæ, & apertura in fundo antliæ claudatur; ſi pondus decem librarum P cum antlia conjungatur & manubrium B emboli ſuſtineatur, non deſcendit antlia; deſcendere enim non poteſt, niſi pondus ſuperet aëris preſſionem & emboli attritum; illa vero preſſio ſola decem libras excedit. 450. TAB. XXIX. fig. 1.

EXPERIMENTUM 10.

In loco aëre vacuo ſolo pondere *p*, quo attritus emboli ſuperatur, deſcendit antlia. 451. TAB. XXIX. fig. 2.

EXPERIMENTUM 11.

Magis ſenſibilem videmus effectum compreſſionis aëris, quando duo ſphæræ ſegmenta H & I junguntur. Sit utriuſ- 452. TAB. XXIX. fig. 3.

 que

que ora polita, & congruant hæ inter ſe, ceraque interpoſita aër excludatur. In ſegmento H epiſtomium datur, quo ſegmenta conjuncta antliæ pneumaticæ applicantur, & quod exhauſto aëre clauditur. Annulo A ſegmenta ſuſpenduntur, & ope annuli Q his pondera appenduntur, quæ tabulæ T imponuntur. Poſito ſegmentorum diametro trium pollicum cum ſemiſſe, pondus centum & circiter quadraginta librarum requiritur ut ſegmenta ſeparentur.

Experimentum 12.

453. TAB. XXX. fig. 1. Ut in Experimento præcedenti ſegmenta ſphæræ jungantur & aër exhauriatur; ſi in loco aëre vacuo ſuſpenſa fuerint pondere exiguo P, quo ceræ cohæſio ſuperatur, ſeparantur. In hoc Experimento cum orbe L L conjungitur pyxis cum coriis *, quam filum æneum F F, cui pondus appenditur, trajicit. Ne caſu ſegmenti inferioris vitrum, in quo Experimentum fit, frangatur, cylindro ligneo cavo M hoc ſegmentum recipitur. Segmenta in hac figura ſuſpenduntur operculo recipientis exhauriendi, poſſunt etiam ſuſtentaculo, cum cylindro M cohærenti, appendi.

* 439.

Ut difficulter ſeparentur ſphæræ ſegmenta, non requiritur ut aëre vacua ſint; eadem vi ac in Experimento 11., ad hæc ſeparanda indigemus, quando vaſi incluſa, relicto inter ſegmenta aëre in ſtatu aëris exterioris, & clauſo epiſtomio, in vaſe aër ad denſitatem duplam redigitur. Quod ut Experimento confirmetur, machinæ deſcriptio præmittenda eſt, qua in aëre compreſſo Experimenta inſtituuntur.

454. TAB. XXXI. fig. 5. Tabulæ ligneæ *aa*, longitudinis circiter quindecim & latitudinis decem pollicum, imponitur orbis æneus N, diametri quinque aut ſex pollicum, cujus figura ſeparata datur in N Tab. XXIX. fig. 4.; habet hic annexum cylindrum P, qui non perforatur, & tabulam *aa* trajicit. Huic orbi imponitur vitrum V V, altitudinis circiter decem pollicum; cylindrice ab utraque parte hocce vas terminatur, & partes cylindricæ annulis æneis circumdantur.

Obtegitur vas operculo D. Columnæ C S, C S cum tabula *aa* cohærent, trajiciuntque lignum *de*, quo operculum D ar-

TAB. XXVIII.



arcte cum vaſe conjungitur, ut & vas cum orbe N, ope cochlearum *ff*. Talis arcta compreſſio maxime eſt neceſſaria, ſi prius cera induta fuerit vitri utraque ora.

Operculi ſeparata Figura datur in D Tab. XXIX. fig. 4.; cum hoc cohæret pyxis cum coriis *, & ne ſuperficiei nimis parvæ applicetur lignum *de*, ipſum operculum pyxidis apertæ ſpeciem fert. * 439.

Trajicit pyxidem cum coriis filum æneum perforatum C, cum quo cohæret epiſtomium B.

Comprimitur aër in vaſe jungendo epiſtomio poſtremo 455.
memorato antliam A B, cum hac conjunctum datur epiſto- TAB. XXIX.
mium, in quo, præter foramen ſolitum, aliud obliquum fig. 6.
datur, quod ad *f* pervenit, & quo clauſa communicatione inter vas & antliam, hæc cum aëre exteriori communicatur, & aëre impletur elevando embolum. Aperta communicatione inter vas & antliam, deſcenſu emboli aër in antlia contentus vaſe intruditur; hacque ſæpius repetita operatione tandem ad propoſitam denſitatem redigitur.

Experimentum 13.

Ut in nunc in aëre compreſſo ſegmenta ſphærica ſeparen- 456.
tur, ſuſtentaculo M L ſegmentum I cum orbe N conjungitur, TAB. XXIX.
ope cochlearum in M & L. Eodem modo, cochleis in F fig. 4.
& E, ſegmentum H cum filo C cohæret. Segmenta ſibi mutuo applicantur. De cetero quæ in deſcriptione machinæ dicta obſervantur, aërque in vaſe comprimitur ut habeat denſitatem duplam illius quam ex Atmoſphæræ compreſſione acquirit. In P annulus Q orbi N annectitur, ut & annu-
lus A epiſtomio B. Invertitur machina, & annulo Q ſuſ- TAB. XXIX.
penditur; tabula T, cui pondera imponuntur, annulo A fig. 5.
appenditur; & ni pondera centum & quadraginta libras circiter valeant, non ſeparantur ſegmenta. Cochleis X, X, quales tres dantur, ne nimium in ſegmentorum ſeparatione tabula T deſcendat, cavetur.

Experimentum 14.

Orbi L L machinæ pneumaticæ adaptetur tubus A B, 457.
epiſtomium in ſuperiori parte connexum habens, & junctus TAB. XXX.
cum tubo minori ſupra orbem prominenti. Huic impo- fig. 2.

nitur

nitur recipiens vitreus R, quo tubus prominens obtegitur. Extremitas B tubi A B aqua vaſe V contenta immergitur, & evacuato recipiente R epiſtomium aperitur; magna cum vi in recipientem proſilit aqua, ex eadem ratione ex qua in tubo aëre vacuo ad altitudinem triginta duo-
* 423. rum pedum ſuſtineri poteſt *.

Experimentum 15.

458. TAB. XXX. fig. 5. Aëris elaſticitas eundem edit effectum. Detur vas æneum cylindricum V, exactiſſime clauſum. In fundo apertura datur, qua aqua infunditur, & quæ cochlea clauditur. Superiori vaſis parti adferruminatur tubus ad fundum vaſis fere pertingens, & cui in extremitate extra vas prominenti epiſtomium jungitur (vide fig. 4.). Ope cochleæ adaptatur vas hocce inferiori parti orbis L L antliæ pneumaticæ, datur & hic tubus prominens, qui recipienti R obtegitur. Si ex hoc aër exhauriatur, & vas V circiter duabus partibus tertiis aqua impletum ſit, aperto epiſtomio violenter in recipientem aqua proſiliet, ex elaſticitate aëris, in ſuperiori parte vaſis V contenti. Aër hic in aquæ ſuperficiem premit, in tubo, aperto epiſtomio, preſſio minor datur; tubum ideo aqua intrat.

Experimentum 16.

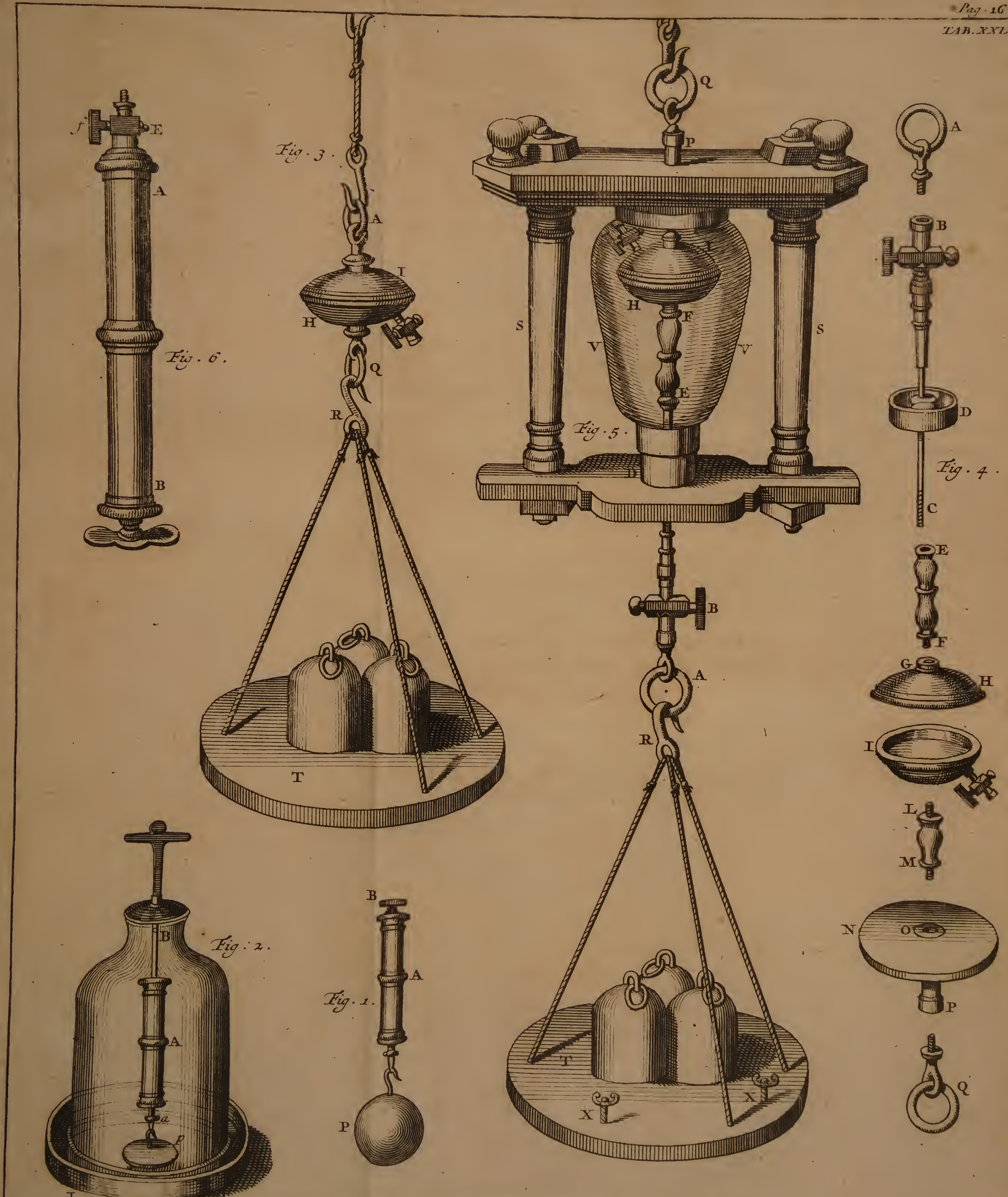
459. TAB. XXX. fig. 4. In ipſo aëre aperto violentiſſime proſiliet aqua ex vaſe V, ſi, hoc duabus partibus tertiis aqua repleto, aër in ſuperiori parte comprimatur, quod præſtatur ope antliæ antea me-
* 455. moratæ *.

Experimentum 17.

460. TAB. XXXI. fig. 1. Vitrum R everſum aqua vaſe V contenta immergitur, aër aquam excludit, ad quamcunque profunditatem immergatur; quo tamen vitrum profundius deſcendit, eo etiam in minus ſpatium aër in hoc reducitur.

461. Hoc fundamento nituntur machinæ, quibus urinatores in mare deſcendunt. Campanæ ſpeciem referunt hæ, & gravitate ſua deſcendunt; aqua ad ipſum urinatorem non pertingit; novus aër continuo huic mittitur in veſicis funi alligatis, quas ad ſe trahit; aër reſpiratione calefactus ad ſuperiorem partem machinæ adſcendit & per epiſtomium in eo

loco


Fig. 6.
f
E
A
B
Fig. 3.
A
I
H
Q
R
T
Fig. 5.
Q
P
I
H
F
E
S
S
V
V
D
B
A
R
T
X
X
Fig. 4.
A
B
D
C
E
F
G
H
I
L
M
N
O
P
Q
Fig: 2.
B
A
a
e
L
L
Fig. 1.
B
A
P

loco expellitur preſſione aquæ, quæ in inferiori parte in aërem campana contentum premit, quæ preſſio vim ſuperat qua aqua per epiſtomium deſcendere conatur; preſſio enim liquidorum cum profunditate augetur *. * 290.

Experimentum 18.

462. TAB. XXXI. fig. 2. Ex vitro conflantur homuli altitudinis circiter unius pollicis cum ſemiſſe; cavi hi ſunt & aëre replentur, foramenque exiguum in pedum altero datur. Ut aqua paululum leviores ſint etiam requiritur. Aqua vaſe A B contenta immerguntur. Vas hoc altitudinem habet unius pedis aut quindecim pollicum, & veſica obtegitur, quæ ſuperiori vaſis parti firmiter alligatur, relicta exigua aëris quantitate inter veſicam & aquæ ſuperficiem. Si digito veſica comprimatur, in minus ſpatium aër memoratus redigitur, & aquæ ſuperficies magis comprimitur; aqua magis compreſſa homunculos intrat per foramina in illorum pedibus, & aërem in ipſis magis comprimit. Graviores homuli facti verſus fundum vaſis deſcendunt, citius aut lentius pro foraminis magnitudine, etiam pro gravitate ſpecifica homuncionum magis aut minus cum aquæ gravitate ſpecifica congruente. Sublato digito minus in homulis compreſſus aër ſeſe expandit, & aquam expellit, iterumque ad aquæ ſuperficiem adſcendunt.

Experimentum 19.

463. TAB. XXXI. fig. 3. Animalia ad vivendum aëre indigent. Si animal quodcunque vitro V includatur, & aër exhauriatur, ſtatim violento motu agitatur, & ni ſubito aër iterum admittatur, vitæ expers cadit. Dantur quædam animalia quæ diutius in loco evacuato vivunt.

Experimentum 20.

464. TAB. XXXI. fig. 4. Quidam etiam piſces ſine aëre vivere nequeunt; in aliis nulla fere obſervatur mutatio, niſi quod oculi inflentur. Experimenta circa piſces inſtituenda ſunt in vitro V, quod orbi antliæ pneumaticæ imponitur, & foramini, per quod aër exhauritur, jungitur tubus ad vitri partem ſuperiorem fere pertingens; aqua infunditur; piſces in hanc injiciuntur; operculo vitrum clauditur; & pars vitri ſuperior evacua-

tur. Sublata aëris preſſione in aquæ ſuperficiem ſeſe aër in piſcis corpore expandit, quo hic levior factus in aquam deſcendere nequit.

EXPERIMENTUM 21.

465. TAB. XXXI. fig. 5. In aëre compreſſo Experimenta circa animalia inſtituuntur, ope machinæ ſuperius deſcriptæ *. In hoc caſu non ſubito animalia moriuntur, quia ex compreſſione aëris vaſa in corpore non franguntur, ſi tamen diutius in tali aëre degant, noxius illis eſt, & etiam in compreſſione majori, ad quam vas metallicum requiritur, brevi tempore pereunt.

* 454.

EXPERIMENTUM 22.

466. Liquida pleraque aërem continent; quando vitro obteguntur, & aër ex hoc extrahitur, aër in illis contentus ſeſe dilatat, & exit. In eo caſu ſæpiſſime actio particularum liquidi in ſe mutuo mutatur, & fermentatio datur.

CAPUT XVI.

Variarum machinarum deſcriptio & harum effectuum explicatio.

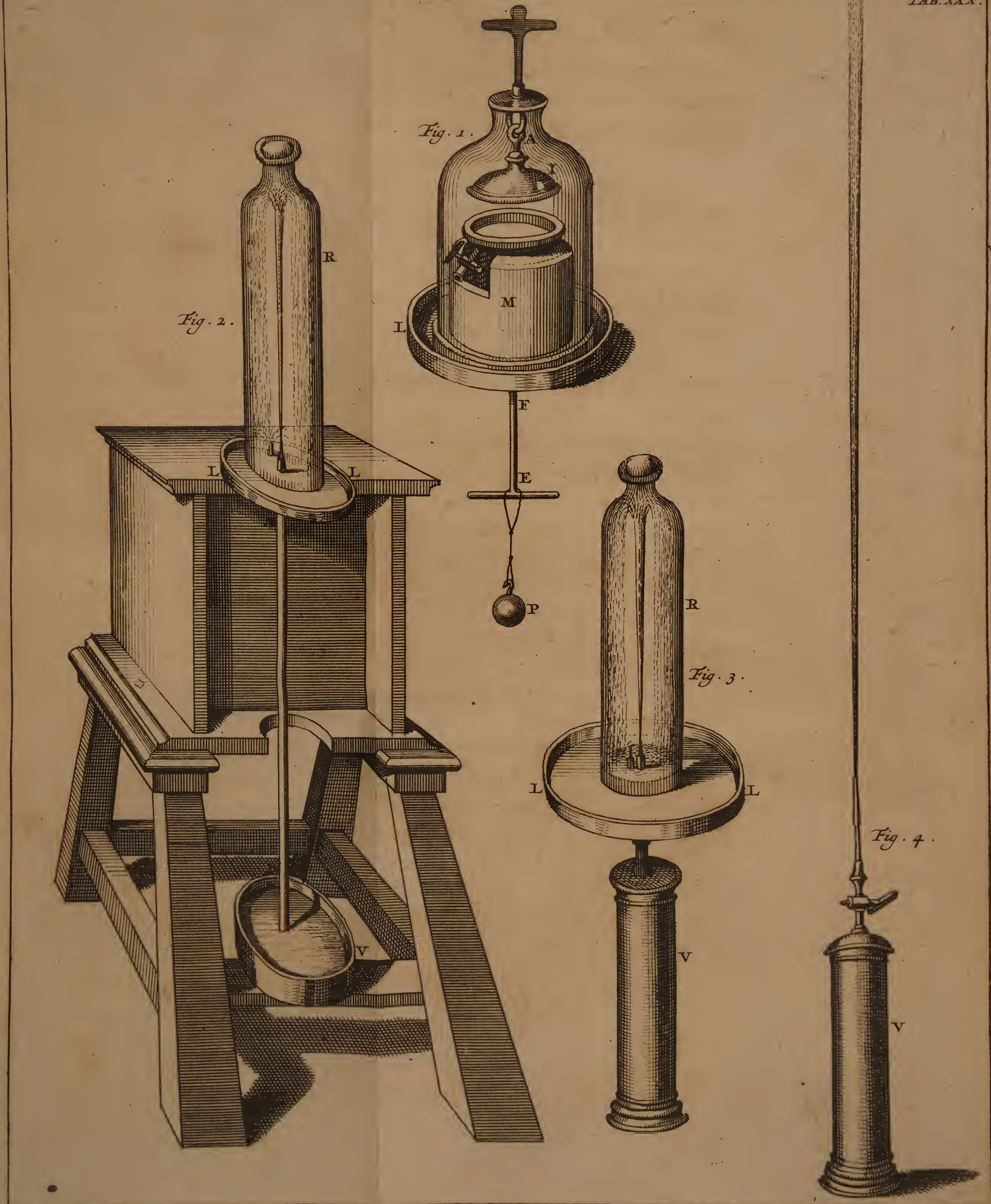
EXPERIMENTUM 1.

467. TAB. XXXII. fig. 1. Tubi incurvi *a* S *b* extremitas *a* aqua immergitur, dum extremitas *b* infra aquæ ſuperficiem deſcendit. Si ſugendo aut quocunque alio modo aëre evacuetur tubus, fluet aqua per *b*. Hæc machina *ſipho* vocatur.

468. Hujus effectus ex preſſione aëris oritur; qui aquam in ſiphone pellit, premens in ſuperficiem aquæ vaſe contentæ; premit etiam aër in aquam ex orificio *b* exeuntem, illamque ſuſtinet; preſſiones hæ ſunt æquales, & in ſuperiori parte ſiphonis contrarie agunt, ibique valent Atmoſphæræ pondus, dempto pondere columnarum aquearum, quæ a preſſionibus ſuſtinentur. Columna aquea in crure S*b* altitudine oppoſitam columnam ſuperat; ergo a parte *b*S magis aëris preſſio minuitur, & preſſio oppoſita hanc vincit, fluitque aqua verſus *b*.

EXPERIMENTUM 2.

469. TAB. XXXI. fig. 6. Sipho memoratus hoc incommodi habet, quod ab effectu ſi ceſſa-


Fig. 1.
A
I
M
L
F
E
P
Fig. 2.
R
L
L
V
Fig. 3.
R
L
L
V
Fig. 4.
V

ceſſaverit, non iterum aqua fluat, niſi aëre tubus de novo evacuetur. Corrigitur hocce vitium, conſtruendo ſiphonem figuræ *a* S *b*, cujus crura ſunt æqualia & incurvata: ſi enim aqua impleatur ſipho, & crus unum aqua immergatur, ut aqua orificium ſuperet, ex ratione, in explicatione præcedentis Experimenti data, fluet aqua per crus alterum. Crura cum incurvata ſint, non evacuatur ſipho quando fluxus aquæ ceſſat, & ſic ſemel impleto ſiphone, ſemper ad effectum ſuum producendum paratus eſt. Aqua per illum fluit & refluit pro majori altitudine ab una aut alia parte.

Eodem, cum machinis præcedentibus, nititur fundamento ſipho ad aquam in receptaculo evehendam adaptatus. 470. TAB. XXXII. fig. 2. Effectus hujus ſiphonis ſenſibilis redditur ope machinæ, conſtantis ex duobus globis vitreis H & I, qui junguntur tubo C D E. Globus I cum aqua evehenda communicationem habet tubo A B, qui ad globi ſummitatem fere pertingit. In inferiori parte jungitur globo H tubus F G, longitudine tubum integrum A B æquans.

Globus H aqua impletur ope infundibuli, & hoc obturatur.

In machinis quæ ad uſum applicantur ex receptaculo aquam evehendam continenti quocunque modo hæc in vas H deducitur, & epiſtomio inter vas & receptaculum clauditur communicatio.

Experimentum 3.

Aperto epiſtomio G fluet aqua, & per tubum A B in vas I adſcendet; quo repleto ducitur aqua in loco quocunque, & repetita machinæ operatione continuatur aquæ elevatio.

Aperto epiſtomio G, premit aër in aquam ex tubo F G 471. exeuntem; premit etiam aër in ſuperficiem aquæ in receptaculo, & in tubo A B ſuſtinetur. Preſſiones hæ ſunt æquales & ab hiſce demtis aquæ columnis quas ſuſtinent, dantur vires quibus agunt in aërem in vaſorum partibus ſuperioribus & tubo C D E contentum. Columna F G, quia ei ſuperadditur aquæ altitudo in vaſe H, ſemper ſuperat columnam in tubo A B; preſſio ergo in G alia magis minuitur &

ab hac ſuperatur, adſcenditque aqua per tubum AB, deſcendit vero per FG.

472. TAB. XXXII fig. 3. Ut antliarum vulgarium actio & effectus ante oculos ponatur, conſtruatur antlia parva ex vitro. Sit A B cylindrus vitreus longitudinis ſex aut ſeptem pollicum, & cujus diameter ſit unius pollicis cum ſemiſſe. In fundo ei jungitur tubus cujuscunque longitudinis C D. Hujus apertura ſuperior clauditur globo plumbeo, ita ut aqua ex cylindro A B deſcendere nequeat, in hoc autem adſcendere facile poſſit elevando globum, quo loco valvulæ utimur. Embolus in cylindro A B movetur, qui corio circumdatus hujus capacitatem exacte implet: datur in embolo foramen, quod etiam, loco valvulæ, globo obturatur, ita ut per embolum aqua adſcendere, deſcendere vero non poſſit.

EXPERIMENTUM 4.

Fundo cylindri admoveatur embolus, huic ſuperinfundatur aqua, ut aëris tranſitus cohibeatur, ſi aquâ immergatur extremitas D tubi C D, & elevetur embolus, adſcendet aqua in cylindrum A B *, ex quo deſcendere nequit; quare per embolum tranſit, quando hic deſcendit. Elevato iterum embolo nova aqua cylindrus repletur; & prima in cylindrum ligneum F cum cylindro vitreo cohærentem elevatur, ex quo per tubum G fluit.

* 447.

473. Cum omnium machinarum in hoc capite deſcriptarum effectus ab Atmoſphæræ preſſione pendeant, non multum ultra triginta duos pedes in hiſce machinis aqua adſcendit *.

* 423.

Fonticuli varii dantur *Heronis* dicti; unius conſtructionem explicabo.

474. TAB. XXXII. fig. 4. Vaſa elliptica duo æqualia A B & C D, ab omni parte exacte clauſa, ex metallo quocunque conſtruuntur.

In utroque datur ſeparatio per centrum ellipſeos tranſiens & vas integrum in duas partes æquales ſecans.

Separatio *l m n i* in vaſe D C ad ellipſis axim perpendicularis eſt, ſeparatio *c f g h* alterius vaſis ad hunc axim inclinatur.

Orâ

TAB. XXXI.


Fig. 6.
S
a
b
Fig. 4
V
L
Fig. 3.
V
L
L
B
C
f
f
d
e
C
D
C
Fig. 5.
V
V
S
S
a
N
B
Fig. 2.
A
Fig. 1.
V
R

Orâ elevatâ lamina ſuperior vaſis A B circumdatur.

Quatuor tubis vaſa junguntur. Primus *op* cavitatem B vaſis A B trajicit, & nullam cum hac communicationem habet, & ad fundum uſque cavitatis D fere deſcendit. Secundus *st* ſuperiori parti cavitatis D adferruminatur, & ad ſupremam partem cavitatis B adſcendit, non vero laminam ſupremam tangit. Tertius *qr* ab inferiori parte cavitatis B fere ad fundum cavitatis C pervenit. Quartus *xv* ſuperiori parti cavitatis C cohæret, & ad ſnperiorem partem cavitatis A fere pertingit.

Datur tandem tubus *zy*, qui dum laminam ſupremam vaſis A B trajicit, & illi adferruminatur, in cavitate A deſcendit, ita ut extremitas *z* a fundo non multum diſtet.

Cavitatibus ſingulis junguntur epiſtomia; aut in illis aliæ aperturæ dantur, quæ cochleis & interpoſito corio obturantur; harum præcipuus uſus eſt, ut exacte cavitates evacuentur, ne ab interiori parte rubiginem contrahant.

EXPERIMENTUM 5.

Tubo *op* aqua infundatur, qua cavitas D impletur; adſcenditque aqua, ſi infuſio continuetur, per tubum *st*, & per *qr* in cavitatem C deſcendit, quæ etiam impletur, aëre adſcendente per *xv* & exeunte per *zy*. Evertatur machina, apertis epiſtomiis cavitatum C & D, deſcendet aqua in cavitatibus B & A. Clauſis iterum epiſtomiis, ut & apertura *y* tubi *zy*, erigatur machina, & infundatur aqua de novo tubo *op*, donec ſuperficies ſuprema machinæ aqua obtegatur. Si nunc apertura *y* reſeratur, aqua in altum proſiliet fere ad altitudinem duplam totius machinæ, & durabit aquæ motus donec cavitas C evacuata fuerit. Minuetur continuo aquæ proſilientis altitudo, & in fine non erit dupla diſtantiæ inter vaſa.

Hujus machinæ effectus tribuendus compreſſioni aëris in 475.
vaſis. Preſſio Atmoſphæræ in *o* & in *y*, ut & in ipſis vaſis eſt æqualis, & hæ preſſiones ſeſe mutuo deſtruunt, quare in examine machinæ non conſiderantur. Quando ultimo loco aqua tubo *op* infunditur, in hoc ſuſtinetur preſſione aëris in cavitate D contenti & in ſuperficiem aquæ, quæ ad par-

 vam

vam in hac cavitate altitudinem datur, agentis; qui ergo aër comprimitur pondere aquæ ad altitudinem *po*: agitur de preſſione qua preſſio Atmoſphæræ ſuperatur. Aër in ſuperiori parte cavitatis B per tubum *st* cum aëre memorato communicationem habet, & æqualiter comprimitur, eademque cum vi agit in ſuperficiem aquæ in hac cavitate. Hæc preſſio ſuperaddenda eſt preſſioni ex aquæ altitudine, ut habeamus vim qua aër in cavitate C comprimitur, ut & in ſuperiori parte cavitatis A, propter communicationem per tubum *xv*. Preſſio ergo in ſuperficiem aquæ in hac cavitate A valet columnam aqueam, cujus altitudo eſt fere duplum altitudinis totius machinæ; & ideo proſilit quaſi a tali columna premeretur, id eſt, ad altitudinem non multum ab altitu-
* 358. dine hujus columnæ differentem adſcendit *.

Minuitur continuo altitudo, columnæ enim aqueæ, quæ aërem comprimunt, continuo minuuntur, quia aqua adſcendit in cavitatibus C & D, & hujus altitudo minuitur in cavitate B. Eodem tempore etiam continuo evacuatur cavitas A, & per majus ſpatium adſcendit aqua antequam ad *y* perveniat, ideoque ad minorem ſupra *y* altitudinem propellitur.

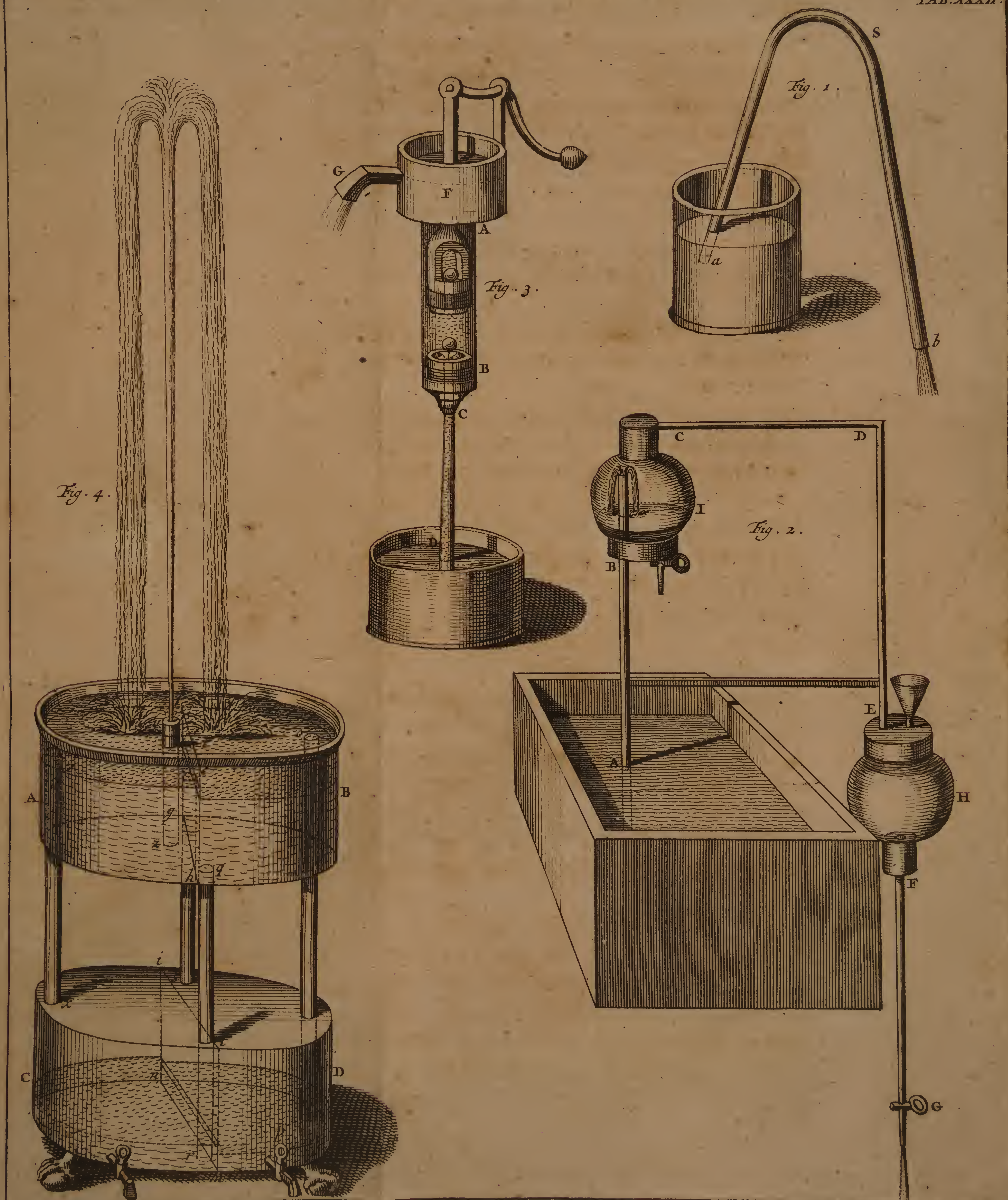
CAPUT XVII.

De Aëris motu undulatorio, ubi de Sono.

476. SI *aër quocunque modo agitetur*, particulæ motæ e loco recedunt, vicinaſque in minus ſpatium reducunt; & aër dum in uno loco dilatatur in vicino comprimitur. Aër compreſſus ex reſtitutione elateris ad priſtinum non modo ſtatum redit, ſed ipſe dilatatur ex motu a particulis acquiſito.

Hoc motu aër primo dilatatus in primum ſtatum reſtituitur, aërque verſus alias partes comprimitur. Hoc iterum obtinet dum aër ultimo compreſſus ſeſe expandit, quo de novo compreſſio aëris producitur. *Oritur* ergo *ex agitatione quacunque motus analogus cum motu undæ in aquæ ſu-*
* 402. *perficie**; eodem nomine datur, & *vocatur aëris unda* aër com-

TAB. XXXII.



compreſſus cum inſequenti dilatato *. * 403.

Aër compreſſus verſus omnes partes ſemper dilatatur, & *motus undarum eſt motus ſphæræ ſeſe expandentis*, eodem 477. modo ac in ſuperficie aquæ undæ per circulum moventur *. * 405.

Dum unda in aëre movetur ubicunque tranſit, particulæ e 478. *loco removentur & ad illum redeunt, ſpatiumque breviſſimum itu & reditu percurrunt.*

Ut hujus motus leges pateant, concipiamus particulas aë- TAB. XXXII. fig. 1. reas ad diſtantias æquales in linea recta eſſe diſpoſitas *a,b,c,d,* &c. f; moveatur unda per hanc lineam; ponamus autem illam perveniſſe inter *b* & *p*; aërem dilatari inter *b* & *h*, comprimi vero inter *h* & *p*; ut hæc omnia in linea 1. repræſentantur.

Denſitas maxima datur in m, loco medio inter h & p, & 479. *maxima dilatatio inter b & h in medio e.*

Ubicunque particulæ vicinæ non æque diſtant, motus ex 480. *elaſticitate datur particularum minus diſtantium verſus magis diſtantes* *; hicque motus ſolus, ſepoſito omni motu ac- * 432. quiſito, examinandus eſt.

Inter b & e datur motus a *b* verſus *e*, id eſt, *cum motu* 481. *undæ conſpirans; qui etiam datur inter m & p.*

Motus autem contrarius eſt *inter e & m, & ab m verſus* 482. *e dirigitur.*

In m & *e*, ubi motus directiones mutantur, *nulla ex ela-* 483. *ſticitate datur actio*, quia particulæ vicinæ ad diſtantias æquales inter ſe poſitæ ſunt.

In locis b, h, & p omnium maxima eſt diſtantiarum particula- 484. rum vicinarum differentia; ideoque omnium maxima *elaſticitatis actio.*

Deducimus ex his particulam, pro vario in unda ſitu, variam ab elaſticitate actionem pati, qua illius motus generatur, acceleratur, minuitur, aut deſtruitur; idcirco directio motus particulæ, ex ſola directione memoratæ actionis, determinari nequit, & cum hac directione non ſemper congruit illa, ſingularumque particularum motus omnibus momentis mutatur.

Particulæ omnes inter *b* & *p* tranſlatæ ſunt, juxta ordinem litterarum. Particulæ inter *h* & *p* juxta hanc directionem

nem motum continuant, ceteræ inter *h* & *b* verſus *b* redeunt, ut in ſequentibus dicetur.

Perſeverant hæ in motu quo regrediuntur, donec ex actione elateris, cujus directio in puncto *e* mutatur, motus acquiſitus de novo deſtruatur; in quo caſu particula ut *b* ad quietem & priſtinum ſitum redit. In momento ſequenti particula *c* in ſitu priſtino quieſcit, *p* vero ad *q* accedit, ut in linea 2; & ſucceſſive, in momentis æqualibus, adipiſcetur unda omnes ſitus, qui hic in lineis 1. 2. 3. &c. 13. videntur;

485. & *dum unda* a ſitu in linea 1. ad ſitum in linea 13. pervenit, totam *percurrit latitudinem ſuam. Particula p* in hoc motu *it & redit*, hujuſque motus in hac figura ſenſibilis eſt, &, ut clare patet, particula hæc *ſucceſſive per omnes ſitus particularum in unda tranſit.* Singulæ particulæ ſucceſſive ſimili motu agitantur.

486. *Motus cujuſcunque particulæ*, ut *p*, *in itu & reditu ſuo analogus eſt cum motu penduli vibratorio*, *dum* duas peragit oſcillationes, id eſt, ſemel *it & redit.* Pendulum in oſcillatione deſcendit, motuſque acquiſitus cum gravitatis actione conſpirat & hac acceleratur, donec ad punctum arcus deſcribendi infimum, id eſt, medium viæ percurrendæ, pervenerit; motu acquiſito pergit qui actione gravitatis, cujus directio in hoc puncto mutatur, deſtruitur, dum corpus per alteram arcus deſcribendi partem adſcendit: corpus hoc iiſdem legibus redit.

Particula *p* ex elaſticitate movetur, motuſque acceleratur ex elaſticitatis actione, donec ipſa ad ſitum particulæ *m* in linea 1. pervenerit *, qui ſitus in linea 4. videtur, in qua particula *p* occupat punctum medium ſpatii itu & reditu percurrendi. Motu acquiſito, licet elaſticitas contrarie agat *, in motu perſeverat, donec illius actione totus motus ſit deſtructus, quod fit percurrendo ſpatium æquale illi in quo fuit generatus; datur tunc particula in ſitu, in quo videtur in linea 7., qui reſpondet cum ſitu particulæ *h* in linea 1. Ex elaſticitate tunc particula redit & acceleratur, donec ſitum particulæ *e* in linea 1. adepta ſit *, ut in linea 10.; id eſt, donec iterum, ut in linea 4., verſetur in

* 481.

* 482.

* 482.

in puncto medio viæ percurrendæ. In reditu ſuo continuat particula donec ex actione elateris, cujus directio iterum mutatur *, totus motus deſtruatur; tuncque particula ad priſtinum ſitum ut in linea 13. redit, & ibi, cum nova actione non agitetur, quieſcit. Idcirco *ceſſante motu corporis tremuli, quo aër agitatur, novæ undæ non generantur*, numeruſque undarum a numero agitationum illius corporis non differt. * 483. 487.

Si in pendulo poſt duas vibrationes gravitatis actio ceſſaret, ut in aëre, poſt itum & reditum particulæ, elaſticitatis actio in hanc particulam ceſſat, in omnibus motus particulæ aëreæ cum motu corporis penduli congrueret. In puncto medio arcus oſcillatione percurrendi nulla datur gravitatis actio, hujuſque directio mutatur; in puncto medio ſpatii a particula *p* itu & reditu percurrendi, in quo datur in linea 4. & 10., congruit hujus particulæ ſitus cum ſitu particularum *m* & *e* in linea 1., in quibus punctis nulla elaſticitatis actio datur, & hujus directio mutatur *. In pendulo quo magis corpus oſcillatum a puncto infimo aut medio arcus deſcribendi diſtat, eo magis vis gravitatis in illud agit; quo magis etiam particula *p* a puncto medio ſpatii percurrendi diſtat, eo major in illam eſt elaſticitatis actio, & in lineis 1. 7. & 13. maxime a puncto memorato diſtat particula, ſituſque hujus congruit cum puncti *b*, *b*, & *p* in linea 1., in quibus elaſticitatis actio eſt omnium maxima *. * 483. * 484.

Qua lege hæc elaſticitatis actio, cum aucta a ſæpius memorato puncto medio diſtantia creſcat, determinatur ex lege ipſa elaſticitatis aëris, cujus particulæ ſeſe mutuo fugiunt cum vi quæ eſt inverſe ut diſtantia inter particularum centra *: & demonſtratur elaſticitatis actionem in particulam ut *p* ad inſtar diſtantiæ a puncto ſpatii percurrendi medio augeri aut minui; ita & hac in parte inter motum particulæ & motum corporis in cycloïde oſcillati analogia datur *. * 432. * 156.

Si manente latitudine undæ particulæ per majus ſpatium excurrant, major erit compreſſio & dilatatio aëris in unda, majorque elaſticitatis actio, & quidem in eadem ratione major in qua ſpatium itu & reditu percurſum augetur: &

 mo-

motus particulæ ut *p* in hoc caſu a motu in caſu præcedenti differt, ut differunt pendulorum æqualium oſcillationes
* 156. inæquales, quæ cum æqualibus temporibus peragantur*, & hic illud obtinebit. Particula ergo ut *p*, ſi maneat undæ latitudo, eodem tempore it & redit, per quodcunque ſpatium e loco transferatur, id eſt, eodem tempore latitudi-
488. nem ſuam percurrit unda; ideoque *omnes undæ æquales, ſive magis ſive minus aër agitetur, ſunt æque veloces.*

489. Examinentur nunc *undæ* inæquales, *ſint* hæ *ut A ad B*, & ſint in eadem ratione ſpatia a particulis in motu ſingularum itu & reditu percurſa; in hoc caſu compreſſiones & dilatationes in locis reſpondentibus ſunt æquales; actiones igitur ex elaſticitate non differunt in diſtantiis reſpondentibus a punctis mediis ſpatiorum a particulis itu & reditu percurrendorum. Idcirco *motus* hi *ſunt analogi cum motibus duorum pendulorum, quorum longitudines ſunt ut A & B*, & quæ arcus ſimiles excurrunt; in horum enim arcuum punctis reſpondentibus gravitatis actio eadem eſt.

In pendulis gravitatis actio cum aucta materiæ quantitate creſcit, & quæcunque fuerit hæc quantitas, motus eſt æque velox quandiu ipſa gravitas non mutatur; elaſticitatis actio contra in motu undarum determinata eſt, pendetque a diſtantia inter particulas, & velocitas quæ, manente elaſticitate, ex
490. hac generatur eſt inverſe ut quantitas materiæ movendæ*.
* 65. *In undis memoratis* quantitates materiæ ſunt ut undarum latitudines A & B, & velocitates ex elaſticitate generatæ ſunt igitur in punctis reſpondentibus ut B ad A. *Motus* ergo hi *analogi ſunt cum motibus pendulorum* arcus ſimiles excurrentium, & *diverſis gravitatis viribus motorum, quæ ſunt inter ſe ut B ad A*; nam, in punctis reſpondentibus arcuum ſimilium, celeritates ex gravitatibus diverſis oriundæ ſunt ut ipſæ gravitates.

Ut nunc undarum motus conferatur cum motu pendulorum, conſideranda ſunt pendula longitudine differentia,
489. 490. & in quæ diverſæ gravitatis vires agunt; quidnam hæ cauſæ
158. 165. ſingulatim in duratione vibrationum producant vidimus. Ambæ hic ſunt conjungendæ, & quadrata temporum oſcillationum pendulorum, quorum motus cum motu memoratarum

ratarum undarum ſunt analogi, ſunt ut longitudines A &
B *, & inverſe ut gravitates B & A *, id eſt, iterum dire- *489. 158.
cte ut A & B; quarum rationum ratio compoſita eſt ratio *490. 165.
quadratorum quantitatum A & B. Ipſa ergo tempora oſcil-
lationum ſunt ut A & B, & in hac eadem ratione tempora,
quibus in undis particulæ eunt & redeunt, id eſt, undæ la-
titudines ſuas, quæ ſunt ut A ad B, percurrunt; quæ ergo
tempora ſunt ut ſpatia ab undis percurſa, ideoque motus
æque veloces. Mutato ſpatio, per quod particulæ eunt &
redeunt, undarum velocitas non variat *, quare propor- * 488.
tio, quam pro demonſtratione poſuimus, inter ſpatia a
particulis itu & reditu percurſa negligi poteſt, & propo-
ſitio generaliter vera erit, *undas ſive æquales ſive utcunque* 491.
inæquales eadem velocitate moveri.

Regula hæc, *ſi* aëris conſtitutio non mutetur, locum ha- 492.
bet; ſed *manente elaſticitate aëris denſitas ſæpe variat*; *&*
mutari poteſt elaſticitas denſitate manente; tandem ambæ
ſimul mutationi ſæpiſſime obnoxiæ ſunt.

In primo caſu, poſitis undis æqualibus ut & ſpatiis, per
quæ particulæ eunt & redeunt, celeritates ex elaſticitate,
quæ eadem ſemper eſt, ſunt inverſe ut denſitates *; ſed * 65. 288.
variatio hæc celeritatis reſpondet in motu pendulorum
æqualium variationi ipſius gravitatis *, in quo caſu quadra- * 490.
ta celeritatum vibrationum ſunt ut ipſæ gravitates *, ideo- * 165.
que *in undis harum celeritatum quadrata ſunt inverſe ut*
denſitates. Hypotheſis de æqualitate undarum & ſpatiorum
a particulis percurſorum univerſalitatem demonſtrationis
non minuit *. *488. 491.

Quando denſitas manet, ſed mutatur elaſticitas, celeri- 493.
tas ex hac oriunda in eadem ratione cum hac ipſa variat;
quare ex demonſtratione propoſitionis præcedentis in hoc ca-
ſu *quadrata celeritatum undarum ſunt ut elaſticitatis gra-*
dus.

Si & elaſticitas & denſitas differant, quadrata veloci- 494.
tatum undarum erunt in ratione compoſita directæ elaſtici- * 493.
tatis *, *& inverſæ denſitatis* *. * 492.

Si denſitas & elaſticitas creſcant aut minuantur in eadem 495.

 ra-

ratione, inverſa ratio denſitatis directam elaſticitatis deſtruet, & *non mutabitur undarum celeritas.*

496. Ultimus hic caſus exſtat in aëris compreſſione *. Idcir-
* 430. co *ex mutata altitudine columnæ mercurii, quæ ex Atmo-*
* 422. *ſphæræ preſſione in tubo aëre vacuo ſuſtinetur**, quod pondus, quo aër in terræ viciniis comprimitur, mutatum indicat, *non debemus undarum celeritatem mutatam dijudicare.* Ex
497. eadem ratione *undæ æquali celeritate in apice montis & in*
* 434. *valle moventur*; niſi mutatio in ipſa elaſticitate ex frigore *, in apice montis fere ſemper magis intenſo, detur; ex quo
* 493. undæ lentius moventur *.

498. *Undas æſtate celerius quam hieme moveri* * etiam patet.
* 434. Confertur undarum celeritas cum velocitate corporis ca-
499. dendo acquiſita, *determinando*, ex nota altitudine mercurii,
* 422. quæ cum Atmoſphæræ preſſione æque ponderat *, ut &
* 442. aëris denſitate *, *altitudinem Atmoſphæræ poſita hac ubique ejuſdem denſitatis cum aëre in terræ viciniis; undarum velocitas erit quam corpus a dimidia hac altitudine cadendo*
*157. 158. *acquirere poteſt.* Quæ velocitas ex ante dictis * per Experimenta circa pendula facta facile detegitur.

Si pondus quo aër comprimitur minuatur, in eadem ra-
* 429. tione aër ſeſe expandit *, & poſita Atmoſphæra ubique ejuſdem denſitatis hujus altitudo non variat; quod congruit cum eo quod diximus, eandem in variis aëris compreſſionibus
* 496. eſſe undarum velocitatem *.

500. Aëris motus, de quo in hac computatione agitur, ex ſola elaſticitate oritur, & exacta eſſet computatio, ſi particulæ ipſæ ad interſtitia inter has ſenſibilem proportionem non haberent; ſi vero ponamus dari hic proportionem ſenſibilem, velocior erit undarum motus; propagatur enim per corpora ſolida in inſtanti, quod etiam referri debet ad corpuſcula heterogenea in aëre natantia.

501. *Undarum in aëre motus ſonum producit*; de quo antequam agamus, pauca de ſenſationibus in genere præmittenda ſunt.

502. Adeo arctum eſt mentis & corporis vinculum, ut quidam motus in hoc cum certis in illa ideis quaſi cohæreant & ſeparari

parari nequeant. Ex corporis motu omnibus momentis ideæ novæ in mente excitantur, taleſque ſunt rerum omnium ſenſibilium ideæ; nihil tamen commune inter motum in corpore & ideam in mente percipimus. Nexus qui hic datur perſpicientiam noſtram fugit, neque ullum poſſibilem eſſe videmus. Innumera in rerum univerſitate latent quæ ne quidem ideis attingimus.

Aëris motus undulatorius agitat tympanum auris, quo 503.
aëri, hoc organo contento, motus communicatur, qui in nervum auditorium tranſlatus ſoni ideam in mente excitat.

Auris ſtructura mirabilis eſt, & interna, & externa; ſed de motu aëris agimus; *hunc eſſe vehiculum ſoni* Experimen- 504.
to probatur.

Experimentum I.

Orbi plumbeo O adhærent cylindri ex eodem metallo TAB. XXXIII. fig. 2.
C C; campana minor A filo æneo *b d* jungitur; ligulis alligatur cylindris C, C. Orbis O laminæ æneæ Machinæ Pneumaticæ, interpoſito pulvillo ex bombyce xyli, imponitur; campana A cum orbe & cylindris vitro obteguntur. Clauditur hoc operculo cum pyxide, quam filum æneum mobile D E trajicit*, cohærente; filo jungitur lamina *e f*, ita * 440.
ut circumvolutione fili campana A agitetur. Aër exhauriatur vitro memorato, &, ut dictum, agitetur campana, ſonus non auditur. Unica circumvolutione fili D E campana variis vicibus in motu ſuo it & redit, & de hoc motu agitur, in quo lamina *e f* non tangit filum *b d*. Admiſſo aëre ſonus ut ante auditur.

Ex eo ſolo quod aër ſit vehiculum ſoni, & quod ſine 505.
aëris tranſlatione ſonus per illum moveatur, clare ſequitur *in ſono motum aëris undulatorium dari*, & *ſonum ex motu corporum tremulo oriri*. Hoc etiam extra omne dubium eſt, in chordis aut nervis tenſis, ex quibus agitatione tremula ſonus elicitur. In campanis majoribus & in multis aliis corporibus motus hicce tremulus admodum ſenſibilis eſt; in campana vitrea ſonum edente, Experimento ſequenti, viſibilis fit.

EXPERIMENTUM 2.

Campana vitrea CC gypſo aut arenato coagmentatur cochleæ ligneæ, cujus ope campana firmiter cum ligno AB conjungitur; ſuſtinetur hoc duabus columnis S,S, & cochleis firmatur. Harum columnarum alteram, ad altitudinem oræ campanæ, trajicit clavus cochlea circumdatus, ita ut hunc circumvolvendo extremitas ad quancumque diſtantiam a campanæ ora firmetur. Poſita diſtantia hac exigua, ſi pulſetur campana, motu ſuo tremulo in clavi extremitatem variis vicibus impinget.

506. Ex his deducimus *corpus percuſſum per aliquod tempus poſt ictum ſonum edere*; fibra agitata per aliquod tempus ex
* 257. elaſticitate vibrationes continuat *.

Sæpiſſime videmus, ut in Experimento 1., corpus ſonum edere, licet aër ab eo agitatus nullam cum aëre exteriori
507. communicationem habeat; ex quo ſequitur *aëris agitatione fibras, ex quibus corpora conſtant, moveri; qui motus in aërem exteriorem transfertur*

Hæc ſoni tranſlatio ex fibrarum motu tremulo maxime notabilis eſt; & quouſque hujus motus communicatio ſeſe extendat, unico Experimento patebit.

EXPERIMENTUM 3.

TAB. XXXIII. fig. 2. Differt hoc cum Experimento 1. in eo ſolo, quod loco machinæ plumbeæ COC campana funibus alligatur extremitatibus laminæ æneæ ad inſtar gnomonis dupli inflexæ, quæ cum orbe Antliæ Pneumaticæ ope cochleæ cohæret. De cetero, evacuato aëre, campana eodem plane modo ac in 1. Experimento agitatur; & parva admodum inter ſonos admiſſo aut exhauſto aëre percipitur differentia.

Motus tremulus partium campanæ communicatur filo æneo *b d*, quo funes quibus campana ſuſpenditur moventur, motuſque transfertur in laminam æneam inflexam; cochlea, qua hæc cum orbe æneo Machinæ Pneumaticæ conjungitur, orbem hunc tangit, & huic motum tremulum commu-
508. nicat, quo aër agitatur, & ſonus campanæ auditur.

*491. 492. *Celeritas ſoni eadem eſt cum celeritate undarum, quæ an-*
493. 494. *rem percutiunt*, & quæ de harum celeritate dicta ſunt *
495. 496. 497. 498. huc referri debent. Circa n. 499. notandum ſoni celerita-
499. tem

tem computatione minime poſſe determinari; ignota enim eſt proportio inter diametros particularum & interſtitia inter has, ut & quantum ſpatium particulæ heterogeneæ in aëre occupant non conſtat. Immediate Experimento detegitur ſoni celeritas.

Nocte accendatur ignis cum ſtrepitu conjunctus, ad 509.
quamcunque ab hoc igne antea menſuratam diſtantiam detur ſpectator, qui breviori pendulo menſuret tempus inter lumen viſum & ſonum auditum, quo datur ſoni celeritas; luminis enim motus, ſaltem in ſpatio in quo hoc Experimentum inſtitui poteſt, eſt momentaneus.

Tali Experimento in Gallia enotuit ſonum percurrere 510.
pedes Gallicos mille & octoginta in ſpatio temporis unius minuti ſecundi; ſed non conſtans eſt hæc celeritas *. * 498.

Si eodem tempore, in quo hac methodo determinatur 511.
ſoni velocitas, duo inſtituantur Experimenta antea memorata *, poterit computatione detegi motum ſoni ex aëris *422. 442.
elaſticitate *; & ex collatione hujus cum immediate men- * 499.
ſurata velocitate, dabitur ſoni acceleratio ex craſſitie particularum & materia heterogenea.

*Soni celeritas eſt æquabilis**; *in majori nihilominus ſpatio* 512.
aliquando acceleratur aut retardatur *, ex diverſo elaſti- * 491. * 493.
citatis gradu in variis locis, in quibus gradus caloris aut frigoris diverſus datur *. * 434.

Soni celeritas non ſenſibiliter variat ex vento cum illius 513.
motu conſpirante, aut in contrarium flante. Vento certa aëris quantitas de loco in locum transfertur; acceleratur ſonus, quandiu per illam aëris partem movetur, ſi ſoni directio cum venti directione eadem fuerit; cum autem ſonus celerrime moveatur, in tempore breviſſimo percurrit aërem a vento agitatum, & non diu acceleratio durat, quæ de cetero non admodum eſt magna; venti enim violentiſſimi, quo arbores eradicantur & ædificia ſubvertuntur, celeritas ſe habet ad ſoni velocitatem, circiter ut unum ad triginta tria. Eodem argumento non ſenſibilem ex vento dari in ſoni motu retardationem probatur.

Spatium a particulis itu & reditu percurſum a vento augeri

514. geri aut minui poteſt; idcirco *ad majorem aut minorem diſtantiam ſonus auditur pro venti directione.*

Intenſitas ſoni pendet ab ictibus aëris in nervum auditorium, & ſunt hi ut quantitates motus in aëre.

515. Unde ſequitur *ceteris paribus intenſitatem ſoni eſſe ut*
* 488. 53. *ſpatium itu & reditu a particulis percurſum.*
63. Ceteris manentibus, ſi pondus quo comprimitur aër mu-
* 496. tetur, celeritas non variat *; denſitas vero in eadem ratio-
516. ne cum pondere mutatur *. Ergo *ceteris paribus eſt ſoni*
*429. 289. *intenſitas ut pondus quo aër gravatur* *; id eſt, creſcit &
* 62. minuitur hæc intenſitas, ut columna mercurii, quæ cum Atmoſphæræ pondere eſt in æquilibrio.

EXPERIMENTUM 4.

TAB. XXXIII. fig. 3. Agitetur campana A in aëre compreſſo * eodem plane
* 454. modo ac in vacuo in Experimento 1., augebitur ſonus; qui iterum minuetur, ſi aperto epiſtomio aër in ſtatum priſtinum reſtituatur.

Cum in aëre compreſſo incluſo ſoni intenſitas major ſit, etiam magis fibræ ex quibus vitrum VV conſtat agitantur, majorque agitatio aëri exteriori communicatur.

517. *Si cetera maneant, elaſticitas autem augeatur*, in eadem
* 430. ratione cum aucta elaſticitate minuitur denſitas *, celeritas
* 493. vero creſcit ut radix quadrata elaſticitatis *; *ſoni* igitur *intenſitas eſt* directe *ut radix quadra elaſticitatis*, & *inverſe*
* 64. ut ipſa elaſticitas *; ratio vero compoſita ex hiſce eſt inverſa memoratæ radicis quadratæ elaſticitatis. Minuitur id-
518. circo intenſitas ſoni, dum hujus velocitas augetur, & *æſtate*
519. ceteris paribus *minor eſt ſoni intenſitas quam hieme. Æſtate* nihilominus *corpora facilius ſonum transmittunt*, quippe quorum partes minus arcte cohærent, ut ſuo tempore dicetur, & facilius motum tremulum acquirunt.

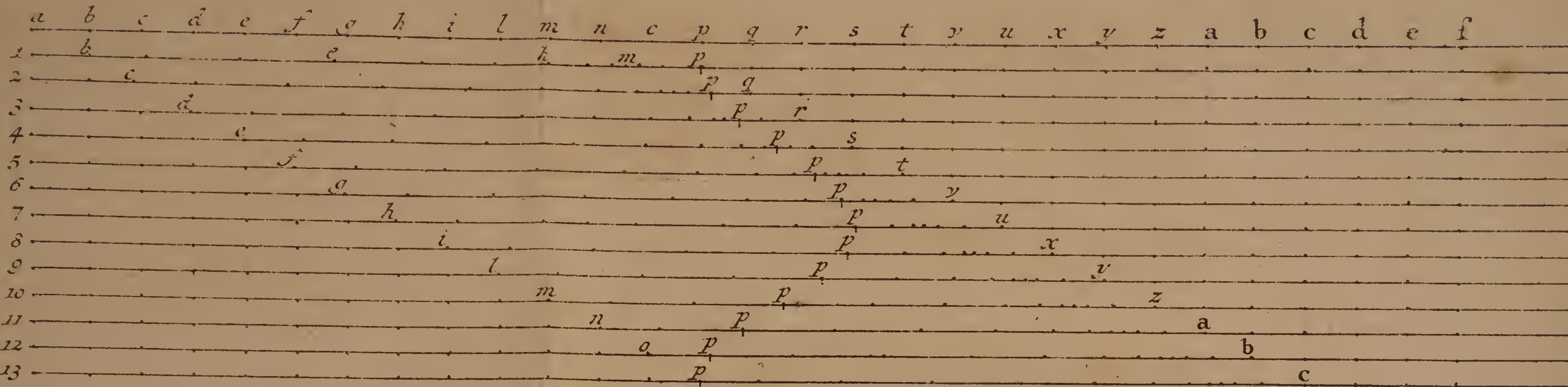
EXPERIMENTUM 5.

TAB. XXXIII. fig. 5. Campana A in vitro ſuſpendatur, habeatque, aperto epiſtomio, aër in vitro communicationem cum aëre exteriori. Agitetur vitrum, & determinetur diſtantia ad quam ſonus audiri poteſt. Calefacto vitro & Experimento repetito ad majorem diſtantiam audietur ſonus.

In-

TAB XXXIII.

Fig. 1.



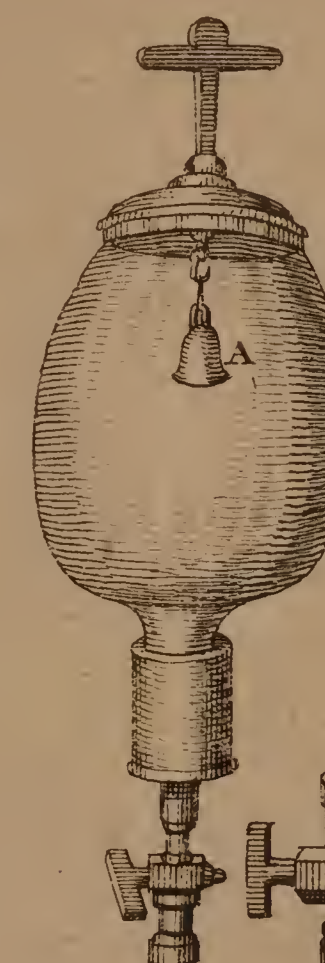


Fig. 5.

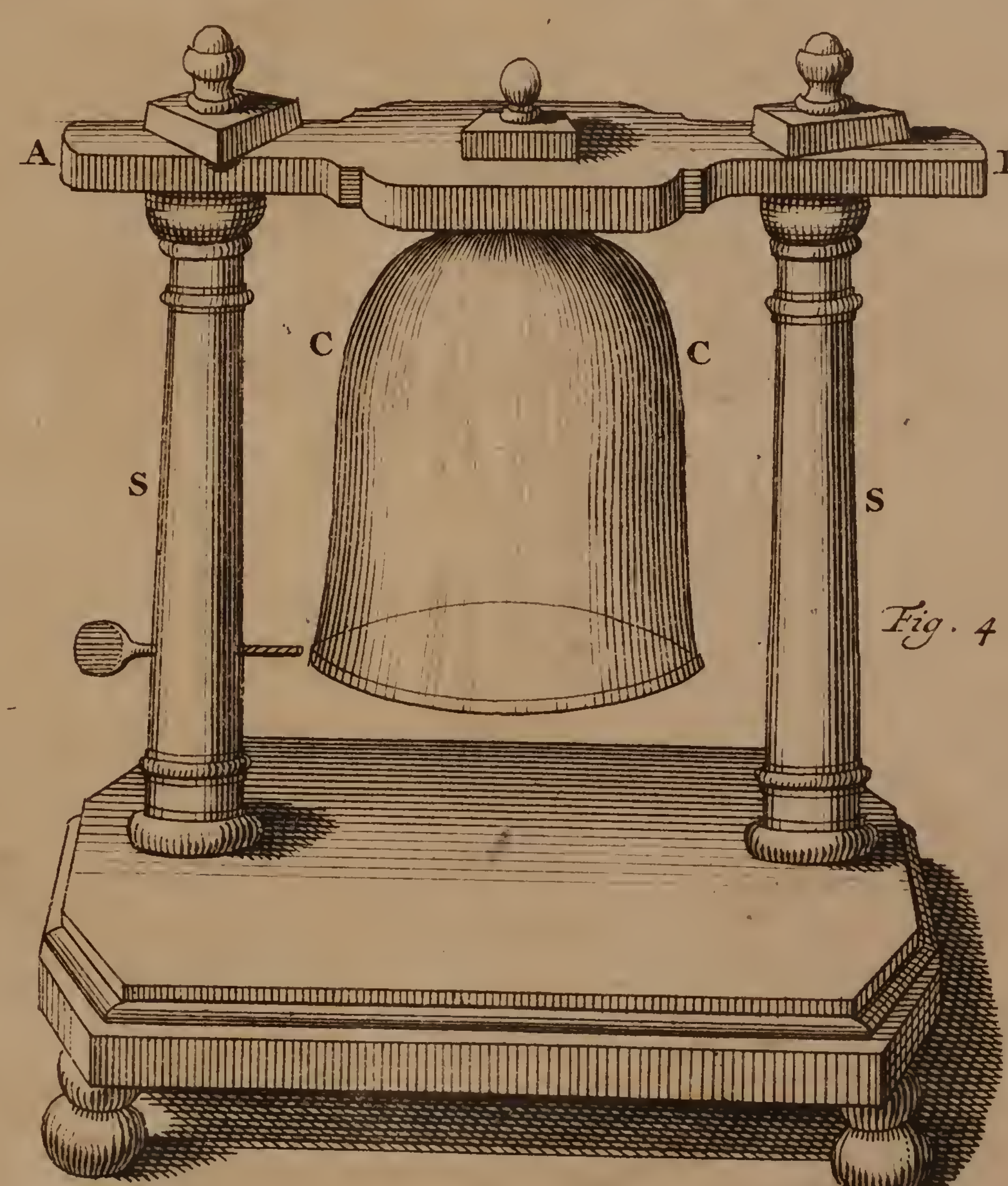


Fig. 4.

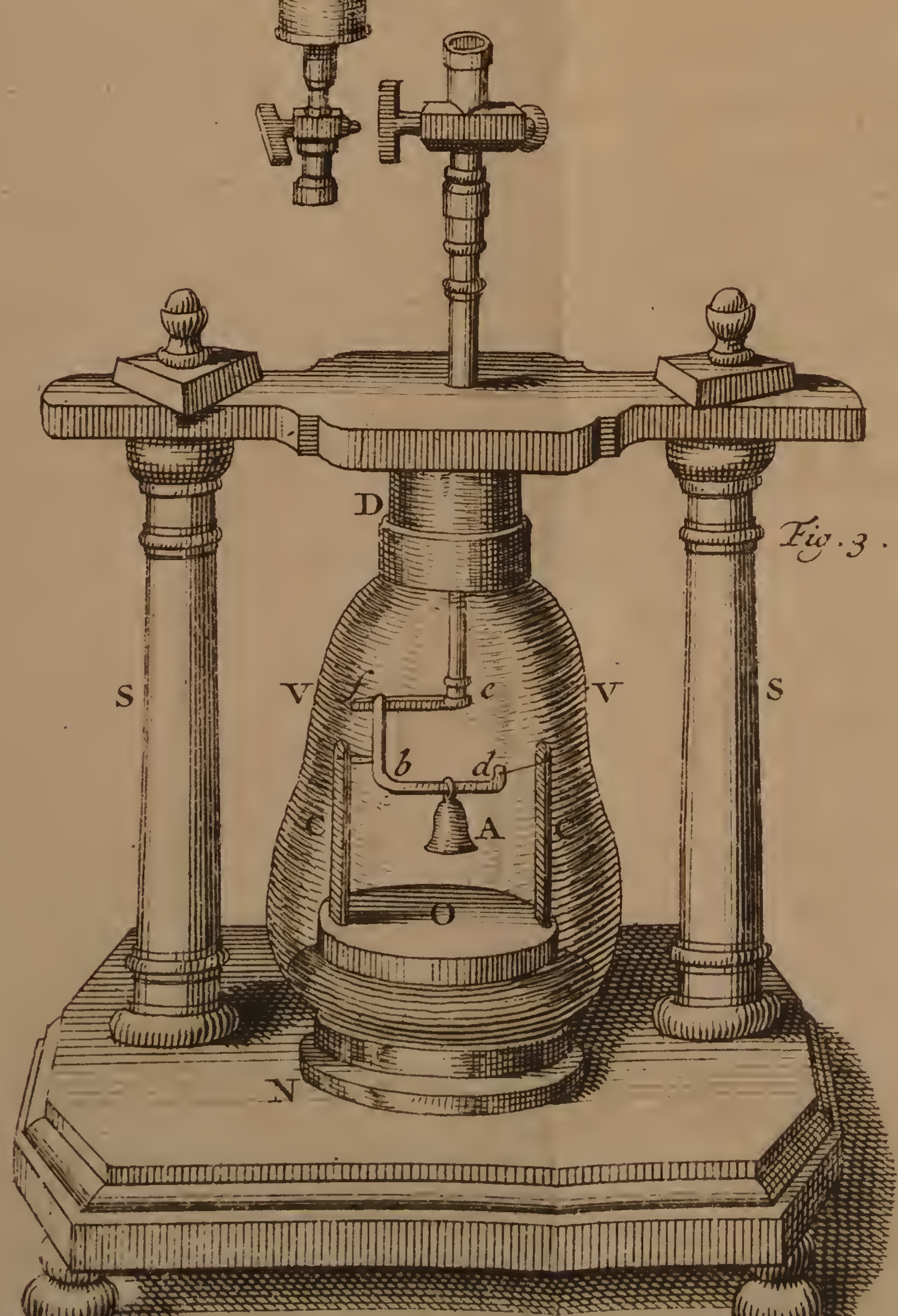


Fig. 3.

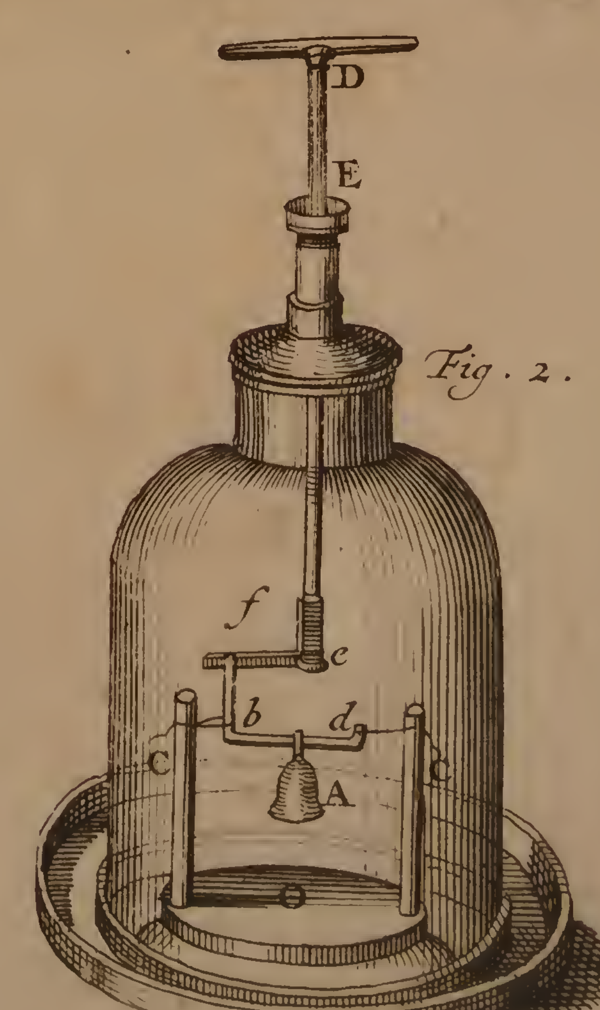


Fig. 2.

*Intenſitas ſoni in genere conſiderata eſt in ratione compoſita ſpatii a particulis itu & reditu percurſi *, ponderis aërem comprimentis *, & tandem inverſæ rationis radicis quadratæ elaſticitatis *.* 520.
* 515.
* 516.
* 517.

Datur etiam differentia in ſono ex numero vibrationum fibrarum corporis ſonum edentis, id eſt, ex numero undarum certo tempore in aëre productarum; pro diverſo enim numero percuſſionum in aure ſenſatio diverſa in mente datur. 521.

Ab hoc vibrationum numero pendet tonus muſicus, qui eo magis *acutus* dicitur, quo magis crebri ſunt recurſus in aëre; eo vero *gravior*, quo minor eſt undarum numerus; 522.
graduſque acuminis diverſorum ſonorum ſunt inter ſe ut undarum numeri, quæ eodem tempore in aëre dantur. 523.

*Tonus ab intenſitate ſoni non pendet, & chorda agitata eundem edit ſonum, ſive per majus ſive per minus ſpatium eat & redeat *.* 524.
* 257.

Conſonantiæ oriuntur ex convenientia inter varios motus in aëre, qui eodem tempore nervum auditorium afficiunt. 525.

Si duo corpora tremula temporibus æqualibus vibrationes peragant, nulla inter tonos datur differentia, & conſonantia hæc omnium perfectiſſima *Uniſonus* dicitur. 526.

Si vibrationes fuerint ut unum ad duo, conſonantia vocatur *Octava* aut *Diapaſon*. 527.

Poſitis vibrationibus ut duo ad tria, id eſt, ſi unius corporis vibratio ſecunda cum tertia alterius ſemper concurrat, conſonantia dicitur *Quinta* aut *Diapente*. 528

Vibrationes, quæ ſunt ut tria ad quatuor, dant conſonantiam, quæ vocatur *Quarta* aut *Diateſſaron*. 529.

Ditonus nominatur, ſi aëris recurſus fuerint ut quatuor ad quinque. 530

Et *Seſquiditonus* dicitur conſonantia ex concurſu quintæ vibrationis unius corporis cum ſexta alterius. 531.

Conſonantiæ ex agitatione chordarum, ſi hæ fuerint ejuſdem generis, ex notis harum dimenſionibus ut & tenſione facile determinantur.

*Ceteris paribus, ſi duarum chordarum longitudines fuerint ut numeri recurſuum in conſonantia, datur hæc inter ſonos quos chordæ edunt *.* 532.
* 259.

Aa *Id*

533. *Idem* obtinet, ſi ceteris paribus *diametri prædictam pro-*
* 260. *portionem habent* *.

534. Etiam *ſi ceteris paribus proportio vibrationum in conſo-*
* 258. *nantia detur inter radices quadratas tenſionum* *.

535. Et *generaliter*, *poſitis chordis ejuſdem generis quibuscunque, ſi ratio compoſita ex directa longitudinum & diametrorum & inverſa radicum quadratarum tenſionum ſit ratio inter numeros vibrationum eodem tempore peractarum in conſonantia quacunque, datur hæc ex agitatione chor-*
* 261. *darum* *.

Hæc omnia a Muſicis fuere Experimentis confirmata. Notarunt hi circa haſce chordas Phænomenon admodum notabile, cujus caſus varii digni ſunt qui explicentur.

536. *Dentur chordæ quæcunquæ tenſæ, vibrationes ſuas æqualibus temporibus peragentes; agitetur una, movebitur & altera.* Singulæ aëris undæ ex illius chordæ motu tremulo impingunt in hanc, motumque minimum huic communicant; ex motu quantumvis exiguo variis vicibus it & redit
* 257. chorda *, moveturque ex prioris undæ ictu, dum ſecunda
* 257. accedit, cujus motus cum chordæ motu conſpirat *, & hunc accelerat. Quæ de ſecunda unda dicuntur etiam ad ſequentes referri debent, & acceleratio dabitur donec ambarum chordarum motus fuerint fere æquales.

537. Ex eadem demonſtratione ſequitur *chordam agitatam motum communicare alteri, quæ duas aut tres peragit vibrationes dum prior ſemel vibratur.*

Si autem chorda agitata varias peragit vibrationes dum chorda ex aëre movenda unicam peragere poteſt, ex præcedenti demonſtratione ſequetur motum peculiarem huic communicatum iri. Qui ut detegatur, notandum durationem vibrationis & chordæ longitudinem reciprocari, ita ut ceteris manentibus determinata longitudo ab immutata duratione vibrationis ſeparari neutiquam poſſit. Si ergo chorda quæcumque variis ictibus percutiatur, quibus huic motus communicatur, & ictus magis crebri ſint, quam qui longitudini chordæ conveniunt, hujus pars, cujus longitudo tempori communicatæ vibra-

brationis competit, tantum agitabitur, & motus quaſi undulatorius chordæ communicabitur; & longitudo undarum in chorda pendebit a duratione vibrationis communicatæ, id eſt, a tempore inter ictus.

Dentur duæ chordæ, quarum una bis vibratur dum altera ſemel, & illa agitetur, duratio vibrationum, quæ ex aëris motu huic chordæ communicantur, competit chordæ ſemilongitudinis hujus*, & talis eſt longitudo undarum in hac ipſa. Idcirco *ex motu communicato dividitur chorda in duas partes æquales, punctumque medium quieſcit.* Experimento hoc confirmatur jungendo chartæ fruſtum chordæ, cui motus communicatur, quod ſi in puncto medio ponatur quieſcit, in omni alio loco motu tremulo afficitur. 538. * 259.

Si chorda agitata, ut ex hujus motu altera moveatur, tres peragat vibrationes dum chorda movenda ſemel vibratur, ex motu communicato dividetur hæc in tres partes, & duo dabuntur puncta quietis, quod eodem modo Experimento confirmatur. Alii caſus motus communicati, qui a Muſicis obſervantur, facile ex prædictis deducuntur. 539.

Quæ de reflexione & inflexione undarum in aqua dicta ſunt*, ad harum reflexionem in aëre referri poſſunt, elaſticitate in hoc caſu eundem effectum cum preſſione aquæ elevatæ in illo exerente. 540. *406. 408. 409. 410.

Ex ſoni reflexione ſæpiſſime oritur ſoni repetitio, quæ Echo *vocatur.* Si ejuſdem undæ, per ſphæram ſeſe expandentis*, partes variæ in varias ſuperficies impingant, ita ut reflexæ concurrant, fortior ibi eſt aëris motus, & ſonus auditur. *Variis vicibus ſæpe idem ſonus repetitur*, ex variis ejuſdem undæ partibus ad varias diſtantias reflexis, & quarum quædam ſucceſſive in eodem loco concurrunt. Talis repetitio etiam aliquando datur ex repetita reflexione. 541. * 477. 542.

In tubo per reflexionem augetur ſonus: figura omnium perfectiſſima, quæ tali tubo dari poteſt, eſt parabolæ, circa lineam axi ad diſtantiam quartæ partis pollicis parallelam, rotantis. Si enim quis in tali tubo loquatur, ponendo os 543.

in axe machinæ & in foco parabolæ, undæ ita reflectuntur ut ſingulæ harum partes motum axi machinæ parallelum acquirant, quo undæ vis & etiam ſonus multum augetur. Tubi extremitas, per quam ſonus exit, ad formam labiorum inflectitur.

LIBRI SECUNDI FINIS.

C O R R I G E N D A
ante lectionem.

Pag. 3. *lin.* 30 *innertia* lege *inertia.*
p. 7. l. 17. deitingui *lege* diſtingui l. 29. facille *lege* facile.
p. 11. l. 10. major eſt *lege* majorem in guttam edit eff:ctum *lin* 11. *dele* major eſt l. 13. *dele* ut & ipſa attractione *lin.* 28 29. 30. *dele* ex cujus...patet.
p. 16. l. 1 *in marg. lege* 60.
p. 18. l. 27 Omniac opora *lege* Omnia corpora
p. 22 l. 2. *quanao* lege *qnando.* l. 22. *dele* una
p. 24. l. 23 *in marg. dele* 101.
p 31. l. 31. intrudiur *lege* intruditur
p. 33. l. 14. præcipuæ *lege* præcipue
p. 37. *Antepenult.* 8. *lege* 1.
p. 39. l. 15. immiritur *lege* immittitur
p. 40. l. 6. *dele* 1. 3. *lege* 1. 3. 5 l. 20. quum *lege* quo
p. 42. l. 31. *quibus* lege quibus ibid. *deſcendunt* lege deſcendunt l. 35. *ſcil.* lege ſcil.
p. 63. l. 10. oriundis *lege* oriundæ
p. 69. l. 15. actionem lege *actionem*
p. 71. l, 22. Machinæ *lege* Machina
p. 73. l. 4. *in marg. lege* * 129.
p. 74. l. 16 *in marg. dele* TAB. XV. fig. 5. & *adſcribatur* lin. 26.
p. 80. l. 31. tendens *lege* tendente
p. 88. l. 29. Elaſticitatem *lege Elaſticitatem*
p. 93. l. 18. *que* lege que
p. 94. l. 23. *igitur* lege igitur
p. 96. l. 27. nonupla *lege* noncupla
p. 99. l. *penult.* aqua *lege* fluidum
p. 100. l. 29. *in marg. lege* * 274.
p. 103. l. 28. *Bc lege* B C
p. 104. l. 20. B*d lege* B D
p. 105. l. 4. *dele* , *lege* :
p. 106. l. 31. autri- *lege* aut tri-
p. 110. l. *ult.* utaquam *lege* ut aquam
p. 111. l. 17. deſcriptum *lege* deſcriptus
p. 112. l. 20. 300. & 301. *lege* 302. & 303.
p. 114. l. 34. majorem *lege* minorem
p. 116. l. 12. *in marg. dele* 316. & *adſcribatur* lineæ 14.
p. 118. l. *ult.* particulasincurrit *lege* particulas incurrit
p. 120. l. 15. caſu liquidi *lege* caſu motus liquidi
p. 122. l. 35. mutetur corporis celeritas *lege* mutentur corporum celeritates
p. 125. l. 13. P*p lege* P, *p*
p. 126. l. 13. tur *lege* datur
p. 127. l. 7. *defectus* lege defectus
p. 129. l. 6. *in marg.* 375. lege 357. *ult in marg. dele* 357.
p. 130. l. 28. urvus *lege* curvus
p. 140. l. 26. dele *foraminum* . lege *inverſa foraminum*,
p. 150. l. 35. E E *lege* E F
p. 151. l. 3. cum filo connexum *lege*, cum filo connexum, l. 17. percurſa *lege* percurrenda l. 27. *dele* ,
p. 158. l. 31. *in marg. lege* TAB. XXVI. fig. 7,
p. 164. l. 27. dele aëi *lege* Hydrargyrum
p. 177. l. 24. puncti *lege* punctis l. 27. diſtantia crepſcat *lege* diſtantia, creſcat